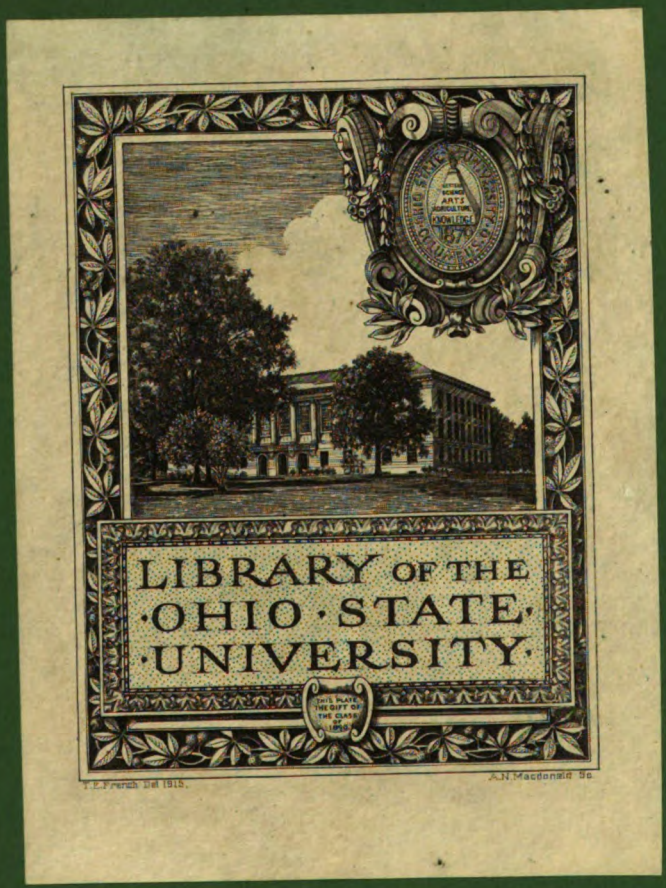


Digitized by Google

Digitized by Google

VERLAG VON GEORG THIEME IN LEIPZIG

Deutsche Medizinische Wochenschrift

Herausgeber:

Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Julius Schwalbe**

Professor Dr. **R. von den Velden** — Professor Rott

Für Studierende, Medizinalpraktikanten und Ärzte in nicht voll bezahlter Stellung auf die Hälfte ermäßigter Vorzugspreis

Außer sorgfältig ausgewählten Aufsätzen hervorragender Kliniker, Krankenhausärzte und praktischer Ärzte sollen die mit großem Beifall aufgenommenen

spezialärztlichen Ratschläge für den Praktiker

aus der Feder allgemein anerkannter Fachgelehrter fortgesetzt werden. Die Bearbeiter der besonders wichtigen Aufsätze aus dem Gebiet der Inneren Medizin sind:

Geheimrat Goldscheider (Berlin) Lungenkrankheiten — Geheimrat **Hirsch** (Bonn) Herzkrankheiten — Geheimrat Fleiner (Heidelberg) Magenkrankheiten — Geheimrat L. Kuttner (Berlin) Darmkrankheiten — Professor Umber (Berlin) Nierenkrankheiten — Geheimrat Rosin (Berlin) Blutkrankheiten — Geheimrat Hoche (Freiburg) Nervenkrankheiten — Professor Rolly (Leipzig) Akute Infektionskrankheiten.

Als Ergänzung hierzu erscheinen spezialärztliche Aufsatzreihen über

diagnostische und therapeutische Technik

Der Praktiker gewinnt damit allmählich ein für seine Bedürfnisse sehr geeignetes

Kompendium der gesamten spezialärztlichen Ausbildung

Beiträge aus der Feder berufener Fachmänner werden regelmäßig veröffentlicht über den

jetzigen Stand bedeutungsvoller wissenschaftlicher Probleme

Als zuverlässiger Wegweiser durch therapeutische Literatur dient eine

kritisch-therapeutische Rundschau und Sammelreferate

Seit April 1922 erscheint als neue Beilage die

„Sozialhygienische Rundschau"

redigiert von Professor Rott, Direktor im Kaiserin-Auguste-Viktoria-Haus, Reichsanstalt zur Bekämpfung der Säuglingssterblichkeit im Deutschen Reich und Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft der sozialhygienischen Reichsfachverbände.

Auch der sonstige reichhaltige Inhalt wird weiterhin eine sorgfältige Pflege erfahren. Es seien hiervon hervorgehoben:

Umfangreiche Literaturübersicht — Standesangelegenheiten (ständiger Mitarbeiter: Geh. Sanitätsrat S. Alexander, Berlin) — Rechtsfragen aus der ärztlichen Praxis (ständiger Mitarbeiter: Oberreichsanwalt Dr. Ebermayer, Leipzig) — Öffentliches Gesundheitswesen — Soziale Medizin und Hygiene — Medizinalgesetzgebung — Technische Erfindungen — Berichte über Vereinsverhandlungen und Kongresse — Kleine Mitteilungen — Hochschulnachrichten — Auswärtige Briefe — Feuilletonartikel — Aufsätze aus der Geschichte der Medizin, Philosophie usw.

Probenummer unberechnet und portofrei

Digitized by Google

RAUBER-KOPSCH

Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen

Von

DR. FR. KOPSCH

a. o. Professor der Anatomie und I. Prosektor am Anatomischen Institut der Universität Berlin

---

IN 6 ABTEILUNGEN

Abteilung 1:

Allgemeiner Teil nebst Zellen- und Gewebelehre Besonderer Teil. Äußere Haut

Mit 320 zum Teil farbigen Abbildungen

Zwölfte vermehrte und verbesserte Auflage

OHIO STATE UNIVERSITY

LEIPZIG 1923 / GEORG THIEME

Digitized by Google

Alle Rechte, gleichfalls das Recht der Übersetzung in die russische Sprache, vorbehalten.
Copyright 1923 by Georg Thieme, Leipzig, Germany.

OHIO STATE
UNIVERSITY

Digitized by Google

Vorwort.

Die zwölfte Auflage erscheint in einer Zeit, in der die Kaufkraft unseres Geldes unaufhörlich sinkt, während die Preise der Materialien und die Löhne noch schneller steigen.

Die Wirkung dieser Faktoren auf den Preis von Druckwerken wird sich je nach deren Art in verschiedener Weise geltend machen; sie kann in verschiedener Weise gemildert werden.

Für das Lehrbuch ist als einfaches und wirksames Mittel die Zahl der Bände von sechs auf vier herabgesetzt worden. Dabei mußte der Inhalt etwas anders verteilt werden, um den letzten Band nicht unhandlich zu machen.

Da die Abteilungen II, III, IV schon fertiggestellt waren, als erwogen wurde, die Bändezahl zu verringern, kam nur der Inhalt der Abteilungen I, V, VI in Betracht. Die Anordnung wurde so ausgeführt, daß für Abteilung I noch der Abschnitt „äußere Haut" aus Abteilung VI übernommen wurde. Der Rest von Abteilung VI soll mit der etwas gekürzten Abteilung V zu einem etwa 600 Seiten starken Bande vereinigt werden.

Wenn nun die Abteilungen I und II in einem gemeinsamen Bande gebunden werden, so ergeben sich folgende vier Bände: Bd. I, Allgemeines, äußere Haut, Knochen- und Bänderlehre; Bd. II, Muskel- und Gefäßlehre; Bd. III, Eingeweidelehre; Bd. IV, Nervensystem, Sinnesorgane, Oberflächen- und Projektionsanatomie.

Im Text sind die seit der Bearbeitung der vorhergehenden Auflage erschienenen Arbeiten berücksichtigt worden. Etwa 60 neue Abbildungen sind angefertigt worden, teils als Ersatz veralteter Bilder, teils als ganz neue Figuren.

In Abteilung I sind eine Anzahl von Bildern des historischen Abschnittes ersetzt worden. Herr Professor Sudhoff machte auf die Arbeit von Professor Studnitzka „die Bildnisse des Aristoteles", Leipzig 1908, aufmerksam, deren Verfasser das in Fig. 1 dargestellte Bildnis freundlichst zur Verfügung stellte. Weggelassen wurde das Bild des Galenus, da von ihm nach Sudhoff und Studnitzka kein authentisches Bildnis vorhanden ist. Dafür wurde das Bild des Fabricius ab Aquapendente eingefügt. Statt des Bildes von Owen wurde Bowman gewählt. Die Bilder von Reichert und Kölliker wurden durch bessere ersetzt. Neu hinzugekommen sind Retzius, Waldeyer, Rauber.

In Abteilung II ist die Zahl der Tafeln um vier vermehrt. Im Kapitel „Knochenkerne" wurden vor allem die Arbeiten Hasselwanders berücksichtigt und seine

293979

Digitized by Google

praktischen Tabellen der Verknöcherungszeiten übernommen. Abteilung III hat zwei Tafeln mehr erhalten. In Abteilung IV ist ihre Zahl dieselbe geblieben; im Text sind die Ergebnisse der Röntgenforschung besonders berücksichtigt worden. Die Abteilungen V und VI werden ebenfalls eine Anzahl neuer Abbildungen erhalten.

Sämtliche neuen Zeichnungen dieser Auflage sind ausgeführt von der geschickten Hand des Fräulein Lisbeth Krause.

Berlin-Wilmersdorf, am 16. Dezember 1922.

Fr. Kopsch.

Digitized by Google

Inhalt von Abteilung I.

Allgemeines, Zellen- und Gewebelehre.

		Seite
Erster Abschnitt.	**Begriff der Anatomie**	1
Zweiter Abschnitt.	**Geschichte der Anatomie**	7
Dritter Abschnitt.	**Pflanze, Tier und Mensch**	36
Vierter Abschnitt.	**Von den Formelementen**	42
	A. Allgemeines und Morphologisches	42
	1. Der Zelleib	43
	2. Der Zellkern	48
	3. Die Zentrosphäre und das Zentralkörperchen	52
	B. Lebenseigenschaften der Zelle	53
	1. Nervöse Funktionen	54
	2. Motorische Funktionen	54
	3. Funktionen des Stoffwechsels und Wachstums	56
	4. Bildung und Vermehrung der Zellen	58
	5. Lebensdauer der Zellen	67
	6. Regeneration der Zellen	68
	7. Chemie der Zelle	69
	C. Differenzierung der Zellen; Gewebe- und Organbildung	71
Fünfter Abschnitt.	**Die Gewebe**	74
	1. Das Epithelgewebe	74
	2. Das Bindesubstanzgewebe	83
	Blut und Lymphe	105
	3. Das Muskelgewebe	120
	4. Das Nervengewebe	129
	Zahl der Zellen des Erwachsenen	148
Sechster Abschnitt.	**Der Körper als Ganzes**	149
	1. Der Bauplan des Menschen	149
	2. Geschlechtliche Verschiedenheiten des Körpers	160
	3. Abteilungen des Körpers und Oberflächenform	165
	4. Maß- und Gewichtsverhältnisse	173
	5. Axen, Ebenen, Lagen und Richtungen	177
Siebenter Abschnitt.	**Organe, Apparate, Systeme**	179
	1. Allgemeine Einteilung	179
	2. Gewichtstabellen der Körpersysteme	181

Besonderer Teil.

Die äußere Haut, Integumentum commune s. Cutis.

Einleitende Betrachtungen	183
1. Begriff der Haut	183
2. Tätigkeit der Haut	183

Digitized by Google

Seite

3. Form der Haut 184
4. Oberfläche der Haut 184
5. Dicke der Haut 184
6. Gewicht der Haut 185
7. Farbe der Haut 185
8. Oberflächenbeschaffenheit der Haut 185
9. Schichten und feinerer Bau der Haut 186
I. Oberhaut, Epidermis 186
II. Lederhaut, Corium 191
III. Unterhautgewebe, Tela subcutanea 195
10. Gefäße der Haut 199
11. Nerven der Haut 202
12. Anhangsorgane der Haut 216
A. Die Drüsen der Haut, Glandulae cutis 216
B. Die Horngebilde der Haut 230

Register 253

Digitized by Google

Seite
184
184
184
185
185
185
186
186
191
195
199
202
216
216
230
253

Allgemeiner Teil.

Erster Abschnitt.

Begriff der Anatomie.

Die Anatomie ist die Wissenschaft von der Form und dem Bau der Körperwelt.

Entsprechend der Ausdehnung des Mineral-, Pflanzen- und Tierreiches, und entsprechend der mehr oder weniger zusammengesetzten Form- und Baubeschaffenheit der einzelnen Körper ist das Gebiet der Anatomie außerordentlich groß.

Nicht nur dasjenige, was das freie Auge bezüglich der Form und des Baues zu erkennen vermag, gehört in das Gebiet der Anatomie. Denn wie könnte die Sehkraft des unbewaffneten Auges eine vernunftgemäße Grenze abgeben für die wissenschaftliche Erkennung der Form und des Baues! Sehr viele Gebilde der Körperwelt sind nicht einmal als Ganzes dem freien Auge erkennbar. Der feinere Bau aber liegt überwiegend auf dem Felde des für das freie Auge Unsichtbaren. Es gehört demnach zur Anatomie auch alles, was jene wichtige Waffe des Auges, die der Erfindungsgeist des Menschen im Laufe der Zeit herzustellen gelernt hat, das Mikroskop, von Form und Bau zu erkennen vermag.

Aber das Mikroskop ist nur eine endliche Waffe. Seine Hilfe unterwirft uns den zu erkennenden Gegenstand nur bis zu einem gewissen aber nimmermehr völlig erschöpfenden Grade. Jenseits dieser Grenze versagt es, wie früher das freie Auge versagte. An diesem Verhältnis können selbst alle künftigen Verbesserungen der Mikroskope nichts ändern. Jenseits dieses Grades stehen wir also, obwohl wir einen Körper vor uns haben und mit bewaffnetem Auge untersuchen, vor dem Reich des Unsichtbaren. Hierüber muß man sich gleich von Anfang an klar werden. Jeder Körper schließt ein Reich des Unsichtbaren in sich ein. Dieses aber ist von unendlicher Bedeutung. Sehen wir es auch nicht in sinnhafter Weise, so müssen wir es dennoch häufig heranziehen und benutzen zur Aufstellung von Theorien. Es fällt zusammen mit dem Reich der Moleküle und Atome[1]). So haben wir ein makroskopisches, mikroskopisches und hypermikroskopisches Formgebiet vor Augen, wie es den Erkennungsmitteln entspricht[2]).

Von diesem umfassenden Gebiet ist die Anatomie des Menschen nur ein kleiner Teil, insofern sich die Untersuchung auf einen Einzelkörper bezieht. Aber es ist dennoch ein außerordentlicher Inhalt zu erwarten; denn es ist zu bedenken,

[1]) In ausgiebiger Weise wird es z. B. herangezogen bei den Theorien der Vererbung. Vergl. darüber R. Fick: Arch. Anat. u. Phys. 1907, Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch. XVI, 1907.

[2]) Es folgt noch das alles beherrschende transzendentale Gebiet. Es gibt ein transzendentales makroskopisches, mikroskopisches und hypermikroskopisches Gebiet. Das letztere fällt mit dem transzendentalen Gebiet keineswegs zusammen. Vielmehr sucht das transzendentale Gebiet die Numena, die „Dinge an sich", der Erscheinungstatsachen zu erforschen.

Digitized by Google

daß dieser Einzelkörper demjenigen Naturgebilde angehört, welches an der äußersten Grenze des Tierreiches seine Stellung hat, ohne, den übrigen gleich, ein Tier zu sein.

Form und Bau können nicht untersucht werden ohne stetige Berücksichtigung des Stoffes, wenn auch das Gebiet des Stoffes einer anderen Wissenschaft, der Chemie, der anorganischen und organischen, angehört. Form und Stoff haben Beziehungen zueinander. Dies ergibt sich schon aus dem Umstande, daß keine reale Form ohne stoffliche Grundlage vorhanden sein kann. Die Beziehungslehre zwischen Stoff und Form, auf chemischem Gebiet schon weit entwickelt, ist es noch nicht auf dem zusammengesetzten Gebiet der Pflanzen- und Tierformen sowie einzelner Teile derselben[1]).

Da der menschliche Körper weder in formaler und baulicher, noch in stofflicher Hinsicht völlig abgetrennt von der umgebenden Welt dasteht, sondern unverkennbar mehr oder weniger innige Beziehungen zu der Tierwelt aufweist, so ergibt sich daraus die Notwendigkeit der Vergleichung. Wer ohne die beständige Rücksichtnahme auf Form und Bau der Tiere den menschlichen Körper untersuchen wollte, der würde sich einer der wichtigsten Leuchten auf den verschlungenen Pfaden der menschlichen Anatomie begeben. Dabei darf man aber in keinen Irrtum verfallen, insbesondere nicht in den, die vergleichende Anatomie der Tierwelt nur als eine Hilfswissenschaft der Anthropotomie betrachten zu wollen. Dazu steht die Tierwelt viel zu groß und bedeutungsvoll da. Die Anatomie des Menschen ist vielmehr nur ein einzelnes Glied in der umfassenden Wissenschaft der vergleichenden Anatomie. Mit dem Studium der menschlichen Anatomie muß daher das Studium der vergleichenden Anatomie Hand in Hand gehen.

Gegenstand der Anatomie des Menschen ist zunächst der Körper des Erwachsenen. Dieser aber stellt eine Endform dar, die sich aus einer Anfangsform durch eine große Reihe von Zwischenformen entwickelt hat, von welchen jede vorausgehende die folgende bedingt, während die Anfangsform selber ihre besonderen Bedingungen hat. Ist dem so, dann ist klar, daß in der Entwicklungsgeschichte des Individuum, in der Ontogenie, eine zweite wichtige Leuchte gegeben ist, welche die dunklen Pfade der Anatomie erhellen muß und ebenso unentbehrlich ist für das Verständnis der menschlichen Anatomie, wie die vergleichende Anatomie. Doch ist in dieser Hinsicht noch das Folgende zu erwägen: Da jeder Pflanzen- und Tierkörper eine individuelle Entwicklung zu durchlaufen hat, so gibt es auch eine vergleichende Entwicklungsgeschichte, in der sich uns eine dritte Leuchte der menschlichen Anatomie vor Augen stellt.

Die vergleichende Anatomie der Tiere, als eine Vergleichung der Endformen dieser Tiere, hat hiernach ein viel weniger ausgedehntes Arbeitsgebiet, als die vergleichende Entwicklungsgeschichte, welche nicht allein die Endformen, sondern letztere mit den Anfangs- und allen Zwischenformen zu untersuchen hat. Die vergleichende Anatomie der Endformen kann demnach auch betrachtet werden als ein besonders geartetes Stück der vergleichenden Entwicklungsgeschichte im ganzen und darf, um zum Ziel zu gelangen, der beständigen Berücksichtigung des größeren übrigen Teils niemals entbehren[2]).

---

[1]) Vergl. Jul. Sachs, Stoff und Form der Pflanzenorgane: Arbeiten des botanischen Institutes in Würzburg. Bd. II

[2]) J. W. v. Wijhe, Die Kopfregion der Cranioten beim Amphioxus usw. Anatomischer Anzeiger 1889. IV. S. 558—566.

Digitized by Google

Als eine vierte Leuchte der Anatomie ist zu bezeichnen die Physiologie, als Lehre von den Funktionen oder Verrichtungen der einzelnen Körper und ihrer Teile, als Ergologie, Werklehre, wie man sie besser nennen könnte. Dies ergibt sich sofort, wenn wir bedenken, daß die Körper vorhanden sind ihrer Funktionen wegen, die aus Stoff und Form hervorgehen.

Es war zuvor von der Endform des menschlichen Körpers die Rede, gegenüber seiner Anfangs- und den Zwischenformen. Bekanntlich ist aber nicht eine einzige Endform vorhanden, sondern normalerweise deren zwei: eine weibliche und eine männliche Endform. Es ist die Aufgabe der Anatomie der Geschlechter, die Unterschiede beider Formen und ihr Wesen zu bestimmen.

Männliche und weibliche Endform sind, wenn wir unsern Blick auf die ganze bewohnte Erde richten, zurzeit in zusammen etwa 1800 Millionen Individuen vertreten. Keines dieser Individuen ist dem anderen völlig gleich; selbst zwischen zwei einander noch so ähnlich scheinenden sind gewisse Verschiedenheiten vorhanden, auch wenn nur die äußere Gestalt berücksichtigt wird. Zwischen anderen Individuen sind die Unterschiede augenfälliger und ansehnlicher, obwohl der erste Blick genügt, um selbst die am weitest Verschiedenen noch zur menschlichen Familie gehörig anzuerkennen. Derjenige Zweig der Anatomie, welcher die einzelnen, körperlich voneinander abweichenden großen menschlichen Gruppen nach ihren äußeren und inneren Merkmalen zu schildern hat, führt den Namen Anatomie der menschlichen Rassen. Sie ist noch bei weitem nicht durchgeführt, nicht einmal in bezug auf äußere Merkmale. Bezüglich des inneren Baues aber liegt die Rassenanatomie in ihren ersten Anfängen. Am besten durchforscht ist die indoeuropäische Völkerfamilie. Sie bildet daher die Grundlage unserer Darstellung der menschlichen Anatomie.

Man hat ferner zu unterscheiden zwischen systematischer und topographischer Anatomie. Erstere behandelt den Körper einmal als Ganzes und sodann nach den verschiedenen Organsystemen, aus welchen er besteht. Da sie dabei zugleich zu untersuchen hat, welche Stellung der menschliche Körper im System der Tiere einnimmt, so ist der Name systematische Anatomie doppelt gerechtfertigt. Sie führt auch den Namen deskriptive Anatomie. Dieser Ausdruck ist insofern nicht erschöpfend, als die Aufgabe der Anatomie, wie die neuere Zeit sie aufstellt, keineswegs mit der Beschreibung der untersuchten Gegenstände sich erschöpft; sie hat vielmehr in allen Stücken zugleich die Erklärung zu liefern oder anzubahnen, wie sich aus dem Vorausgehenden bereits ergibt. Sie dringt also im ganzen und in allen einzelnen Teilen auf das Verständnis ihres Gegenstandes.

Die topographische Anatomie hingegen untersucht das Nebeneinander verschiedener Organe und Organteile in den verschiedenen Körpergegenden und setzt die Kenntnis der systematischen Anatomie als bekannt voraus. Während die systematische Anatomie zunächst keine praktischen, sondern rein wissenschaftliche Ziele zu verfolgen hat, wenn auch praktische Ergebnisse in unabsehbarer Reihenfolge sich von selbst dabei einstellen, so ist das Ziel der topographischen Anatomie ausschließlicher auf das ärztliche Bedürfnis gerichtet. Es wäre aber unrecht, glauben zu wollen, die systematische Anatomie stehe im Gebrauchswert für den Arzt hinter der topographischen Anatomie zurück. — Bezieht sich die topographische Anatomie ausschließlich auf chirurgische Bedürfnisse, so spricht man von chirurgischer Anatomie.

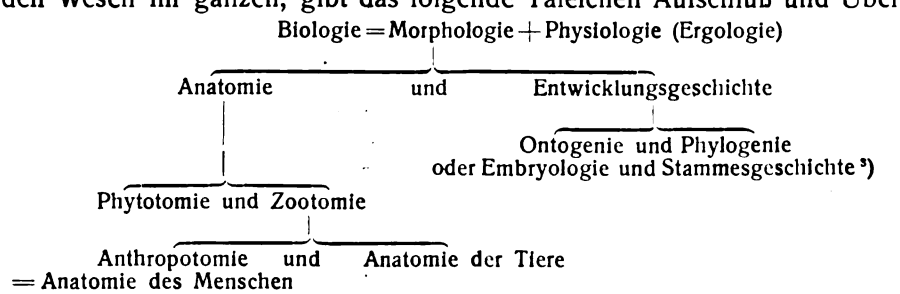
Digitized by Google

Nicht allein die Naturforschung, nicht allein das ärztliche Denken und Handeln bedarf der Anatomie. Jeden Menschen muß es drängen, von sich selbst, von seinem eigenen Körper ein gewisses Maß von Kenntnis und Verständnis zu besitzen. Dieser Aufgabe widmet sich die populäre Anatomie. Es ist hier zu betonen, daß weitaus die Mehrzahl selbst der Gebildeten hinsichtlich ihres Körpers sich in tiefster Unwissenheit befindet. An dieser bedauernswerten und von üblen Folgen der verschiedensten Art begleiteten Tatsache ist jedoch den Gebildeten selbst nur der geringere Vorwurf beizumessen. Es fehlte vielmehr lange Zeit an einer geeigneten Literatur, welche das Interesse zu erwecken und zu befriedigen vermochte. Doch gibt es hiervon jetzt einzelne rühmenswerte Ausnahmen, welche bereits reiche Früchte getragen haben[1]). In neuerer Zeit ist in Deutschland und Österreich die Anatomie des Menschen in den Lehrplan der Schulen aufgenommen; außerdem sorgen „volkstümliche Hochschulkurse“ und andere Veranstaltungen für Verbreitung anatomischer Kenntnisse.

Guter anatomischer Kenntnisse und anatomischen Verständnisses bedarf auch der Künstler, soweit er mineralische, pflanzliche und tierische Gebilde oder den Menschen zur Darstellung zu bringen hat. Zwar hat es der Künstler nur mit der Nachbildung von Oberflächen jener Körper zu tun. Allein die Kenntnis und das Verständnis dieser wechselnden Oberflächenformen zu erlangen, ist keineswegs eine leichte Aufgabe. Nur der Laie könnte diese Meinung haben; aber er würde sich schwer täuschen. Es gehört vielmehr die Kenntnis des Gesamtkörpers dazu, um eine wirkliche Kenntnis jener schwierigen Oberflächenformen zu besitzen, an welchen das Laienauge nur allzu leicht abzugleiten pflegt, ohne von ihrer Bedeutung gefangen zu werden. Anatomische Darstellungen, welche es sich zur Aufgabe machen, den Zwecken des Künstlers zu genügen, bilden die Anatomie für Künstler oder plastische Anatomie[2]).

Im Anschluß an das, was zuvor über Anatomie der Endformen angegeben worden ist, sei bei dieser Aufzählung der Arten der Anatomie noch erwähnt, daß es natürlich auch besondere anatomische Darstellungen wichtiger Wachstumsstufen geben muß, so eine Anatomie des Säuglingsalters, des Kindesalters, des Greisenalters.

Über das Verhältnis der Anatomie zur Biologie, der Wissenschaft von den lebenden Wesen im ganzen, gibt das folgende Täfelchen Aufschluß und Übersicht:



[1]) H. v. Meyer, Die richtige Gestalt des menschlichen Körpers. — Johannes Ranke, Der Mensch. II. Aufl. Leipzig, 1895. — K. v. Bardeleben, Anatomie des Menschen. Leipzig, 1908.

[2]) A. Froriep, Anatomie für Künstler. Leipzig, 1890. — E. Brücke, Schönheit und Fehler der menschlichen Gestalt. Wien, 1891. — L. Pfeiffer, Handbuch der angewandten Anatomie. Leipzig, 1899.

[3]) Der Begriff der Phylogenie oder Stammesgeschichte ergibt sich aus der Theorie des Ursprunges höherer Organismen aus niederen durch Umwandlung im Laufe der Zeit. Von dieser Theorie wird an späterer Stelle noch die Rede sein.

Digitized by Google

Aus dem Angegebenen läßt sich unschwer ermessen, zu welchen Zwecken wir Anatomie studieren. Es geschieht dies

1. aus wissenschaftlichen,
2. aus praktischen,
3. aus ethischen Gründen.

In bezug auf den ersten Punkt ist klar, daß es unsere Aufgabe ist, den Menschen nach Form und Bau wissenschaftlich verstehen zu lernen, ohne Rücksicht auf irgendeine Nebenabsicht.

Nicht selten wird der zweite Punkt von Anfängern vorangestellt; allein das ist ein falscher Weg, der vermieden werden muß. Wenn überhaupt irgendein Naturgebilde es wert ist, aus rein wissenschaftlichen Gründen durchforscht zu werden, so ist es der menschliche Körper, bei welchem wir der Natur auf dem Höhepunkt ihres irdischen Schaffens begegnen. Der wissenschaftliche Gewinn muß natürlich ein unendlicher sein. Aber auch der praktische Gewinn schließt sich in seinem Maße ganz an jenen an. Der praktische Gewinn, vor allem für die Erfüllung der ärztlichen Aufgaben, stellt sich zugleich ganz ohne besonderes Zutun ein, wie schon oben bemerkt wurde; die praktischen Anwendungen der Anatomie brechen wie Ströme aus der wissenschaftlichen Arbeit hervor. Bei einem genaueren Eingehen auf dieses Verhältnis wird uns aber alsbald klar werden, daß es zwar allseitiger anatomischer Kenntnisse bedarf, um die eingetretene Beschädigung des Körpers beurteilen und behandeln zu können, daß es aber einen höheren Wert haben muß, diesen vollkommenen Bau, soviel als die Wissenschaft es an die Hand gibt, auf allen Stufen seines Daseins vor dem Eintritt einer Beschädigung zu bewahren. Es liegt in erster Linie die Aufgabe vor, diesen wunderbaren Bau von seinem ersten Werden an mit solchen Schutzmitteln zu umstellen, daß er sich in voller Blüte, in voller Gesundheit zu entwickeln, zu entfalten und zu erhalten vermag und nicht krank wird. Es ist das Gebiet der privaten und öffentlichen Hygiene, welches auf die Gewährung jener Schutzmittel hinwirkt. Ihr Verfahren steht in fortwährendem Einklange mit den Feinheiten des Körperbaues und ihren Forderungen.

Die bildende Tätigkeit, welche die Ursache des Wachstums und der Erhaltung des Organismus ist — so lesen wir bei Pflüger[1]) in einer interessanten Abhandlung — nimmt schon vom Beginne des Lebens an stetig ab. **Abhaltung von Schädlichkeiten** und **Maß in allen Dingen** sind die beiden Hauptmittel, die Dauer des Lebens nicht zu verkürzen.

So durchsichtig diese Aufgabe ist, so wird sie dennoch in vollem Umfange niemals erfüllt werden können. Unglücksfälle, Wunden, Krankheiten wird es immer geben. Aber an ihrer Verringerung und Heilung ist schon mit Erfolg gearbeitet worden, und die Aussicht in die Zukunft ist zufriedenstellend.

Und sollte nicht auch in ethischer Richtung aus dem sorgfältigen Studium der Anatomie ein Gewinn hervorgehen? Schon gegenüber dem Dasein irgendeines Körpers versinkt der empfängliche Geist in staunende Bewunderung. Ja, das Dasein des Weltganzen und jedes kleinsten Teiles von ihm ist das erste und das größte aller Rätsel. Und nun betrachte man, nach der Forschung über den Daseinsursprung eines Atomes, einen Kristall und lerne ihn kennen. Leuchtend auf allen Seiten tritt uns das Prinzip der Vollkommenheit und der Ordnung

[1]) F. F. W. Pflüger Über die Kunst der Verlängerung des menschlichen Lebens. Bonn, 1880.

Digitized by Google

entgegen. Und wenn in der formvollendeten Pflanze die Regungen des Lebens sich zum ersten Male offenbaren, so wäre es ein stumpfer Geist, der darüber nicht in Staunen geriete. Der Gegenstand vertieft sich aber noch weiter beim Tiere, bis wir an der Krone der bekannten Schöpfung, dem Menschen anlangen, dem Vorbilde alles Lebendigen, wie der Mensch auch schon genannt worden ist.

Ohne die Kenntnis der Naturgesetze und der Naturerscheinungen — sagt Justus Liebig — scheitert der menschliche Geist in dem Versuche, sich eine Vorstellung über die Größe und unergründliche Weisheit des Schöpfers zu schaffen; denn alles, was die reichste Phantasie, die höchste Geistesbildung an Bildern nur zu ersinnen vermag, erscheint gegen die Wirklichkeit gehalten, wie eine bunte, schillernde, inhaltlose Seifenblase.

„Nil admirari?"

Ist etwa dies der Eindruck, den wir von dem allen davontragen? Nein, der Eindruck ist ein ganz anderer. Das ist auch von allergrößtem Werte. Denn es gilt, das Wort zu beherzigen: „Wenn ihr nicht mit der Bewunderung anfangt, werdet ihr nie in das innere Heiligtum eindringen." (Goethe.)

Über das Wesen der Biologie handeln: E. Albrecht, Vorfragen der Biologie, Wiesbaden 1899. — Die „Überwindung des Mechanismus" in der Biologie. Biol. Centralbl., 21. Bd., 1901. — O. Bütschli, Mechanismus und Vitalismus. Internat. Zoologen-Kongreß zu Berlin 1901. — J. P. Durand (de Gros) L'Idée et le Fait en Biologie. Paris, 1896. — E. Giglio-Tos, La via nuova della Biologia. Firenze, 1911. — A. Goette, Vererbung und Anpassung. Straßburg, 1898. — C. Herbst, Formative Reize in der tierischen Ontogenese. Berlin, 1901. — G. Meyer, Die soziale Bedeutung der Medizin. Berlin 1900. — Wolfgang Oswald, Über die Erklärung von Naturerscheinungen insbesondere des Lebens. Biol. Centralbl., 21. Bd., 1901. Das Leben ist ein äußerst komplizierter Komplex von untereinander in hohem Maße abhängigen Energieverhältnissen und daher erklärbar. Auch die Herstellbarkeit des Lebens ist nicht unmöglich. — E. Radl, Über die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie. Biol. Centralbl., 21. Bd., 1901. — Johannes Reinke, Die Welt als Tat. Umrisse einer Weltansicht auf naturwissenschaftlicher Grundlage. Berlin 1899. — J. Reinke, Über die in den Organismen wirksamen Kräfte. Biol. Centralbl., 21. Bd., 1901. — Joh. Walter, Über die Auslese in der Erdgeschichte. Jena, 1895. — Kern, Berthold, Das Problem des Lebens etc. Berlin 1909. — Thomson, I., A., The System of animate nature. — Allgemeine Biologie. 1. Bd. d. 4. Abt. d. III. Teils von Die Kultur d. Gegenwart. Leipzig 1915. — Loeb, I., The Organism as a whole 1916. — Ungerer, Emil, Die Regulationen der Pflanzen. Berlin 1919. — Uexküll, I. von, Theoretische Biologie. Berlin 1920. — Peter, Karl, Die Zweckmäßigkeit in der Entwicklungsgeschichte. Berlin 1920. — Becher, Erich, Geisteswissenschaften und Naturwissenschaften. München 1921. — Driesch, Hans, Philosophie des Organischen. 2. Aufl. Leipzig. 1921. — Schaxel, I., Grundzüge der Theorienbildung in der Biologie. 2. Aufl. Jena 1922.

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Geschichte der Anatomie.

Wenn man als Anfang einer Wissenschaft das erste Bekanntwerden mit ihrem Gegenstande betrachten will, so reicht der Anfang der menschlichen Anatomie wie der Anatomie im ganzen bis in die erste Frühzeit des menschlichen Daseins zurück und gehört der Urgeschichte an. Der Mensch lernte schon bald sich von seinesgleichen sowie von der umgebenden Tier- und Pflanzenwelt unterscheiden. Er lernte die Geschlechter kennen und die verschiedenen Altersstufen, die Vorgänge der Geburt, des Lebens und des Sterbens. Wunden und Krankheiten zu sehen, dazu fehlte es nicht an Gelegenheit; der Trieb, hilfreiche Hand anzulegen mußte ebenfalls frühzeitig geweckt werden. Die im Gefolge des Todes auftretende allmähliche Zerstörung der Weichteile legte die Knochen frei und bot sie dem Anblicke dar; in ähnlicher Weise wirkte in späterer Zeit die Leichenverbrennung.

Ausgiebiger noch war die Gelegenheit, das Innere des Tierkörpers wahrzunehmen. Die auf der Jagd erlegten Tiere und ihre Zerlegung für den Zweck der Ernährung lieferten ein reiches und beständig sich wiederholendes Material. Wenn die natürliche Scheu vor der menschlichen Leiche letztere gar oft, sei es in der Frühzeit des Menschengeschlechtes oder in späteren Jahrtausenden, vor jedem Angriff schützte, so fiel diese Beschränkung hinweg gegenüber dem Tierkörper.

Vorläufer: So kann es nicht überraschen, wenn wir beim Eintritt in die geschichtliche Zeit bei allen alten Kulturvölkern bereits eine gewisse kleine Summe oberflächlicher Kenntnisse des menschlichen Körpers vorfinden. Der Hauptantrieb, anatomische Kenntnisse zu sammeln und zu vermehren, ging fort und fort von der Heilkunde aus, die vor allem in priesterlichen Händen lag. Doch ist schon im Altertume hier und da auch das entschiedene wissenschaftliche Bestreben erkennbar, den tierischen und menschlichen Körper seiner Zusammensetzung nach genauer kennen zu lernen aus reiner Sehnsucht zum Wissen, aus dem Eifer, das Unbekannte zu erhellen. Schon im Altertum sehen wir zu unserer Überraschung die Forderung aufgestellt, daß nur auf dem Wege der Erfahrung und Forschung Kenntnis der natürlichen Dinge zu erreichen sei, daß dagegen die Willkür, die ungezügelte Phantasie und die Oberflächlichkeit den Wegen des Irrtums verfallen seien. Als derjenige, welcher auf diese uns jetzt so selbstverständlich erscheinende Wahrheit nachdrücklich zum ersten Male hinwies, ist Hippokrates zu bezeichnen, der für die Entwicklung der gesamten Medizin von hervorragender Bedeutung war und als Vater des Medizin verehrt wird. Er wurde

---

H. Haeser, Grundriß der Geschichte der Medizin. Jena, 1884. — J. V. Carus, Geschichte der Zoologie, München, 1872. — Th. Puschmann, Geschichte des medizinischen Unterrichts. Leipzig, 1889. — P. Geddes, Entwickelung und Aufgabe der Morphologie. Jenaische Zeitschrift. Bd. 18. — A. Kölliker, Der jetzige Stand der morphologischen Disziplinen in bezug auf allgemeine Fragen. Jena, 1887. — Neuburger-Pagel, Handbuch der Geschichte der Medizin. (Zusammen mit zahlreichen Mitarbeitern.) 2 Bde. Jena, 1902, 1903. — Hirsch, Biograph. Lexikon der hervorragenden Ärzte aller Zeiten und Völker. Wien, 1884. — R. v. Töply, Studien zur Geschichte der Anatomie im Mittelalter. 1898. — Pagel, Biograph. Lexikon hervorragender Ärzte des 19. Jahrhunderts. Berlin, 1901. — Über die zurzeit lebenden Anatomen siehe Minerva, Jahrbuch der gelehrten Welt. Straßburg. (Jedes Jahr erscheint ein neuer Band.)

Digitized by Google

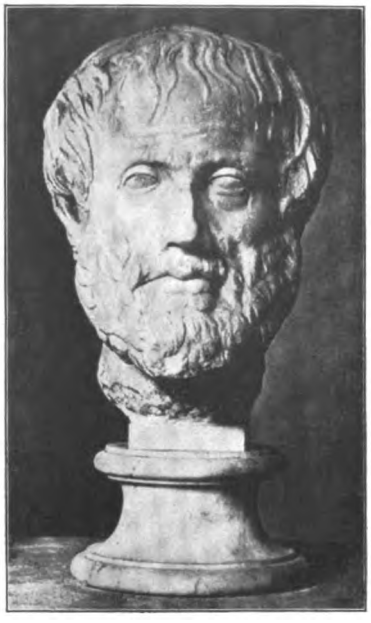


Fig. 1.
ARISTOTELES 384—322 v. Chr.

Fig. 2.
ANDREAS VESALIUS 1514—1564.

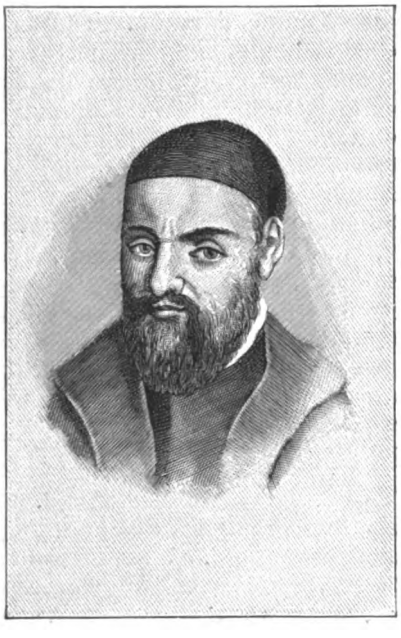


Fig. 3.
GABRIEL FALLOPIA 1523—1562.

Fig. 4.
FABRICIUS VON AQUAPENDENTE 1537—1619.

Digitized by Google

460 v. Chr. auf der Insel Kos geboren und starb zu Larissa 377 v. Chr. Er war ein Sprößling einer alten Asklepiaden-Familie, welche auf der Insel Kos ihren Sitz hatte und ihren Ursprung bis Asklepios und Herakles zurückverfolgte. Schon der Großvater und Vater hatten sich durch ärztliche Tüchtigkeit ausgezeichnet. Anfangs den Unterricht des Vaters genießend, begab sich Hippokrates später zu seiner weiteren ärztlichen Ausbildung nach Athen, wo er Anregung und Belehrung von den verschiedensten Seiten empfing. Stand doch Athen damals in jenem berühmten Zeitalter des Perikles, welches die Welt mit unvergleichlichen Werken der Kunst und Wissenschaft beschenkte. Hippokrates hatte hier Gelegenheit, im Umgange mit hervorragenden Ärzten und Philosophen sich zu vervollkommnen und bald eine angesehene Stellung zu erringen. Eine Menge von Schülern versammelte sich um ihn, welche sich unter seiner Leitung zu tüchtigen Ärzten heranzubilden hofften. Seine Bedeutung wurde selbst von den berühmtesten Zeitgenossen anerkannt. So vergleicht ihn Platon mit Polykleidos und Phidias; Aristoteles nennt ihn den „großen Hippokrates". Die Zahl seiner Schriften ist sehr beträchtlich. Mit den Werken anderer Mitglieder seiner Familie wurden sie von seinen Nachkommen aufbewahrt und dienten zum medizinischen Unterricht. In ihrer heutigen Gestalt enthält jedoch die unter dem Namen des Hippokrates bekannte Sammlung medizinischer Schriften neben einer großen Zahl von ihm selbst und seinen nächsten Verwandten verfaßter Abhandlungen eine nicht geringe Zahl von solchen, die von anderen Autoren herrühren und daher pseudo-hippokratische Schriften genannt werden.

Auf dem Gebiet der Anatomie selbst hat Hippokrates, abgesehen von dem erwähnten Umstand, daß er sie wie die Medizin von mystischen Banden befreite und auf den Boden der Erfahrung stellte, nichts weiter geleistet. Die in den genannten Schriften enthaltenen, gelegentlich eingestreuten anatomischen Bemerkungen gründen sich ferner wesentlich auf die Zergliederung von Tieren; nur die Knochen machen davon eine Ausnahme. Um Beispiele zu geben, so kannte man die Deckknochen des Schädels, deren Diploë und Nahtverbindungen. Die Muskulatur geht in dem allgemeinen Begriff der Fleischteile auf. Die Leber ist das Organ der Blutbereitung. Von ihr und der Milz gehen die Gefäße aus. Die Luft gelangt durch die Luftröhre und die Lungen zum linken Herzen und verteilt sich von da als Pneuma. Über den Darm bestehen noch unbestimmte Vorstellungen. Nerven, Sehnen und Bänder haben noch gemeinsame Bezeichnungen. Das Gehirn wird bei manchen Hippokratikern bereits als Sitz des Denkens und Empfindens angesehen, während es bei anderen als Sammelort von Schleim gilt.

Unsere ersten historischen Nachrichten über die Anatomie und Medizin im Altertum reichen indessen noch etwas weiter zurück. Schon vor der Zeit des Hippokrates waren von den Griechen vollständige ärztliche Schulen gegründet worden, unter denen sich diejenigen von Ionien, von Kroton in Unteritalien, von Kyrene in Afrika, von der Insel Knidos des bedeutendsten Rufes erfreuten. Heraklitos von Ephesus, 500 v. Chr., Anaxagoras von Klazomenä und Empedokles von Agrigent in Sizilien, 450 v. Chr., Diogenes von Apollonia, 430 v. Chr., sind als die hervorragendsten Vertreter der ionischen Schule zu erwähnen, welche durch Sektionen an Tieren den anatomischen Bau zu ergründen suchten. Von ihnen gilt Diogenes als genauer Kenner der Blutgefäße, während Empedokles das Vorhandensein des Gehör-Labyrinthes bekannt war.

Das erste anatomische Werk soll von Alkmäon von Kroton (500 v. Chr. herrühren, einem Schüler von Pythagoras I (584—504 v. Chr.), der sich in Kroton niedergelassen hatte.

Wenn man nun auch den Bestrebungen und Errungenschaften dieser Schulen, die hippokratische eingeschlossen, seine Anerkennung nicht versagen darf, sondern sie um so höher schätzen muß, als die schwierigen Anfänge von ihnen aufzufinden und die ersten Stufen von ihnen zu erklimmen waren, so darf man sich andererseits doch keinem Zweifel darüber hingeben, daß von einer wissenschaftlichen Anatomie im strengsten Sinne bis dahin noch keine Rede sein kann. Man muß die ganze Periode mindestens in bezug auf die Anatomie als Zeit der Vorläufer bezeichnen.

I. Stufe: Ein ganz anderes Aussehen gewinnen die Dinge bald darauf durch die ruhmvolle Tätigkeit eines Mannes, der nicht allein das ganze Wissen in sich vereinigte und sammelte, sondern noch mehr durch eigene Forschungen leistete. Dies ist Aristoteles der Stagirite (384—322 v. Chr.),

---

Zu den Bildnissen der Anatomen: Nur eine kleine Zahl hervorragender Anatomen der vergangenen Zeit hat hier im Bilde wiedergegeben werden können. Lebende sind überhaupt nicht aufgenommen worden. Dagegen haben einige der Morphologie nahestehende Männer aus anderen Wissenschaftsgebieten Aufnahme gefunden. Obwohl die hier vertretene Anzahl von Bildnissen verhältnismäßig klein ist, so werden sie doch nicht verfehlen, den gebührenden Eindruck zu machen. —

Digitized by Google

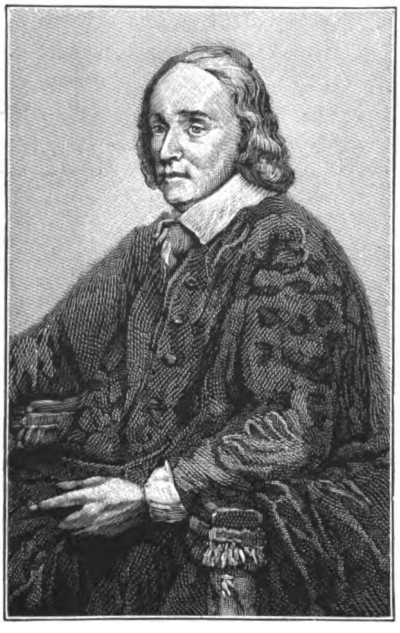


Fig. 5.
WILLIAM HARVEY 1578—1657.

Fig. 6.
MARCELLO MALPIGHI 1628—1694.

Fig. 7.
FRIEDRICH RUYSCH 1638—1731.

Fig. 8.
RAYMUND VIEUSSENS 1641—1716.

Digitized by Google

einer der Lehrer von Alexander dem Großen, der Sohn eines Arztes am makedonischen Hofe, ein Schüler Platons (Fig. 1). Seine Weite des Begriffes und Tiefe der Einsicht in die gesamte Biologie sind erst in der letzten Hälfte des 19. Jahrhunderts gebührend gewürdigt worden. Nicht mit Unrecht läßt man die Geschichte der Morphologie mit ihm beginnen. Sein Hauptverdienst in anatomischer Beziehung hat er erlangt durch sein Historia animalium, während im Gebiet der Entwicklungsgeschichte sein Buch über die Zeugung der Tiere große Bedeutung besitzt. Begründer der vergleichenden Anatomie und der Taxonomie, stellt er acht große Klassen auf, in welche das gesamte Tierreich zerfalle, nämlich:

1. Lebendig gebärende Vierfüßer,
2. Vögel,
3. Eier legende Vierfüßer und Apoda,
4. Fische,
5. Malakia oder Weichtiere,
6. Malakostraka,
7. Entoma und
8. Ostrakodermata;

wobei er die ersten vier Gruppen als Enaima von den übrigen oder Anaima unterschied. In diesen beiden Abteilungen sind die Vertebrata und Invertebrata von Lamarck leicht zu erkennen. Die acht Gruppen fallen zusammen mit den Säugetieren, Vögeln, Reptilien, Kephalopoden, Krustaceen, den übrigen Gliedertieren und Testaceen der heutigen Zoologie. Seine Methode ist, wie Geddes betont, nicht nur induktiv und seine Gruppen natürlich, d. h. gegründet auf die Zusammenfassung bekannter Merkmale, sondern er deutet Verallgemeinerungen, wie die der Korrelation der Organe und der Entwicklung einer spezielleren Form aus einer allgemeineren, in bestimmter Weise an, wie sie Jahrtausende nachher von G. Cuvier und K. E. v. Baer festgestellt worden sind. Bei der Vergleichung, welche er zwischen den Schuppen der Fische und den Federn der Vögel, oder zwischen den Flossen der Fische und den Beinen der Vierfüßer anstellt, ist schon der Begriff der Homologie im Entstehen. Nach den Werken seines Schülers Nikoloas von Damaskus, welcher die Blätter als unvollkommene Früchte ansah, hatte Aristoteles vielleicht schon eine Vorstellung von der Metamorphose der Pflanzen, wie sie später von C. Fr. Wolff und von Goethe durchgebildet worden ist.

Auch in der menschlichen Anatomie war Aristoteles gut bewandert, wie aus seinen Vergleichungen zwischen den menschlichen und tierischen Organen hervorgeht. Er kannte teilweise die baulichen Eigentümlichkeiten des Herzens und seinen Zusammenhang mit den Gefäßen, wußte, daß die Arterien sich von der Aorta ausbreiteten. Auch vermag er die Nerven von den Sehnen zu unterscheiden. Wichtig ist ferner seine Unterscheidung der Teile des Körpers in gleichartige (Blut, Schleim, Fett, Fasern, Knorpel, Knochen usw.) und ungleichartige, die aus verschiedenen Dingen zusammengesetzt sind. So könnte man zwar Fleisch wieder in Fleisch zerlegen, nicht aber eine Hand in Hände. Menschliche Leichen scheint Aristoteles nicht zergliedert zu haben, um so zahlreicher waren die von ihm vorgenommenen Zergliederungen an zum Teil seltenen Tieren.

Von den damaligen Ärzten bemerkt Aristoteles (Über Sinnesempfindung. K. 1): „Die meisten Naturforscher suchen in der Medizin den Abschluß ihrer Studien, und von den Ärzten beginnen diejenigen, welche ihre Kunst etwas wissenschaftlicher treiben, das Studium der Heilkunde mit den Naturwissenschaften."

Gleichzeitig mit Aristoteles lebte Praxagoras aus Kos (350 v. Chr.), welcher die Arterien von den Venen zu unterscheiden vermochte, gleich Herophilus (300 v. Chr.), ohne daß indessen der Kreislauf des Blutes dadurch entdeckt worden wäre. Praxagoras kannte ferner einzelne Nerven als Organe der Empfindung.

Nach dem Untergang des Weltreiches Alexander des Großen fanden Künste und Wissenschaften besondere Förderung bei den Königen von Ägypten. So gründete der König Ptolemäus I. der griechischen Bildung eine Pflanzstätte durch die Errichtung der Schule in Alexandrien (320 v. Chr.). Letztere Stadt tritt nun in den Vordergrund wissenschaftlicher Bestrebungen. Hier wurden zugleich zum ersten Male Untersuchungen über den innern Bau des menschlichen Körpers systematisch durchgeführt. Als der hervorragendste Anatom der alexandrinischen Schule ist der bereits genannte Herophilos aus Chalcedon zu erwähnen, ein Schüler des Praxagoras. Er beschäftigte sich vorwiegend mit der Untersuchung des Gehirnes, des peripheren Nervensystems, der Sinnesorgane und des Gefäßsystems. Bis zur Einführung der anatomischen Nomenklatur wurde nach ihm der Confluens sinuum als Torcular Herophili bezeichnet. Ihm würdig zur Seite stand Erasistratos aus Keos (gest. 250 v. Chr.), welcher Empfindungsnerven von Bewegungsnerven

Digitized by Google

Fig. 9.
GIOVANNI MORGAGNI 1682—1771.

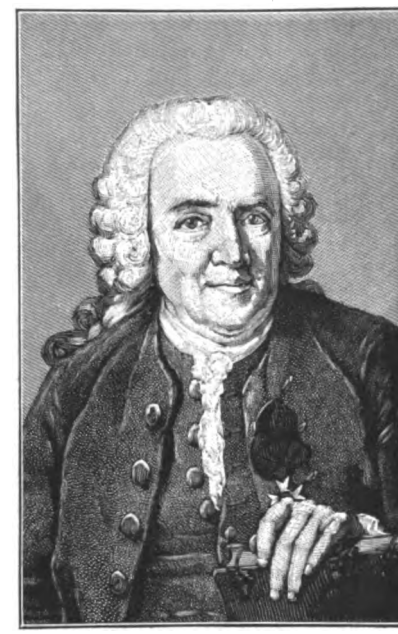


Fig. 10.
KARL LINNÉ 1707—1778.

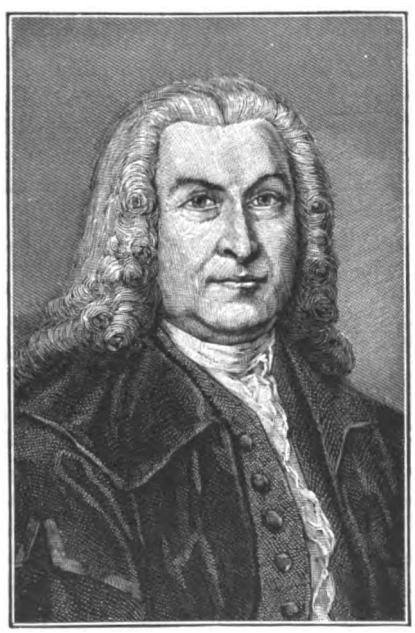


Fig. 11.
ALBRECHT VON HALLER 1708—1777.

Fig. 12.
PETER CAMPER 1722—1789.

Digitized by Google

unterschied, die Klappen des Herzens und die Chylusgefäße des Darmes erkannte. Nach Celsus haben diese beiden Forscher, unterstützt durch die ägyptischen Könige, ihre Untersuchungen zum Teil an lebendigen oder eben getöteten Verbrechern angestellt.

Die erste wichtige Person, der wir nun nach längerer Pause begegnen, ist ein in Rom, wo in dieser Zeit die medizinische Wissenschaft vorzugsweise gepflegt wird, lebender Gelehrter, der eben genannte Aulus Cornelius Celsus (30 vor bis 45 nach Chr.). Weniger durch eigene Arbeiten, als durch Zusammenfassung des Bekannten und Überlieferung an die Nachwelt hat er seine Bedeutung erlangt.

Von erheblich größerem Einfluß war Cl. Galenus (131—201 n. Chr.), der Sohn des Architekten Nikon in Pergamos. Er studierte zunächst vorzugsweise Philosophie, trat darauf in die Schule der heimatlichen Ärzte und erhielt seinen Unterricht in der Anatomie von dem Anatomen Satyros. Nachdem er in Alexandrien seine Studien vollendet hatte, begab er sich zunächst in seine Vaterstadt zurück, war dort bis 164 als Arzt tätig und ließ sich dann in Rom nieder, wo er mit kurzen Unterbrechungen bis zu seinem Tode verblieb. Von seinen Schriften, deren er gegen 300 verfaßte, ist die Hälfte medizinischen Inhalts. Nur selten war es ihm möglich, menschliche Leichen zu zergliedern, um so eifriger untersuchte er daher Tiere, besonders Affen, wegen ihrer Ähnlichkeit mit dem Menschen. Seine Beschreibungen über den Bau des Menschen überragen infolgedessen in vielen Stücken die Angaben seiner Vorgänger, enthalten jedoch auch eine große Zahl von Irrtümern, teils infolge vorgefaßter Meinungen des Verfassers, teils des vorwiegend benutzten Materials wegen. Diese Irrtümer und Mängel wurden mit den von Galen verkündeten Wahrheiten viele Jahrhunderte hindurch als unantastbare Heiligtümer betrachtet und konnten endlich nur unter schweren Kämpfen beseitigt werden.

Die Hauptleistungen Galens liegen auf dem Gebiete des Nervensystems; aber auch an anderen Organsystemen machte er gute Beobachtungen. Eine der wichtigsten ist in der Angabe enthalten, daß die Arterien mit Pneuma vermischtes Blut führen. Eines der Gefäße des Gehirns, Vena magna cerebri (Galeni) führt seinen Namen. Die Rückenmarksnerven werden nach den Regionen unterschieden, die Hirnnerven in sieben Paare getrennt; es sind die folgenden; Opticus, Oculomotorius et Trochlearis, Trigeminus, Palatinus, Acusticus et Facialis, Vagusgruppe und Hypoglossus. Den Olfactorius der Späteren beurteilt Galen richtig als Hirnteil. Vom Hirne ist eine Anzahl von Tatsachen gut dargestellt, das Infundibulum z. B. bekannt, jedoch eine Kommunikation mit der Nasenhöhle angenommen.

Die ihm hier und da durch die ärztliche Praxis gebotene Gelegenheit, am Menschen anatomische Beobachtungen zu machen, bezeichnet Galen mit dem Ausdruck Anatomia fortuita: dies weist auf die Stärke seines Bedürfnisses hin.

In Rom gab es damals nicht nur innere Ärzte, Chirurgen, Geburtshelfer und Frauenärzte, sondern auch Augenärzte, Ohrenärzte und Zahnärzte, ja fast Spezialisten für jeden Körperteil. Einige beschränkten sich auf die Behandlung von Fisteln und Brüchen, andere beschäftigen sich mit dem Steinschnitt, der Bruchoperation oder der Staroperation. Man hatte besondere Ärzte für die Krankheiten der Kinder, für diejenigen des Greisenalters. Galens Urteil über die Mehrzahl der damaligen Ärzte lautet nicht günstig, denn er vergleicht die Ärzte in Rom sogar mit Latronen und bemerkt, daß zwischen ihnen nur der einzige Unterschied bestehe, daß diese im Gebirge und jene in der Stadt ihre Übeltaten begehen.

Aber auch das Publikum erfährt sein Urteil. Als ein reicher Mann empört war, daß Galen ihm dasselbe Mittel empfahl, welches er bei seinem Sklaven angewendet hatte, rief der Reiche ihm zu: „Dies magst du für Bettler aufbewahren, ich will ein Mittel, welches mehr Geld kostet“[1]).

Galens Werke bilden in der Folge die Grundlage des anatomischen Wissens für dreizehn Jahrhunderte.

Es nahte die Zeit des untergehenden Römerreiches. Dem gleichen Schicksal, welches alle übrigen wissenschaftlichen Gebiete wie auch die Künste ereilte, verfiel auch die Anatomie. Neue Forschungen wurden nicht mehr gemacht, sogar die erworbenen Kenntnisse fielen der Vergessenheit anheim. Nur in wenigen Kreisen lebten Galens Lehren noch fort. Der Verfall mußte um so größere Ausdehnung annehmen, als mit dem 7. Jahrhundert auch die alte Kultur des Orients durch den Islam dahinsank.

So endigte die erste Stufe der medizinischen und anatomischen Wissenschaft und es folgte ein langer Zeitraum des Stillstandes und des Rückschrittes.

---

[1]) Vergl. Puschmann, l. c. S. 93 u. 102.

Digitized by Google

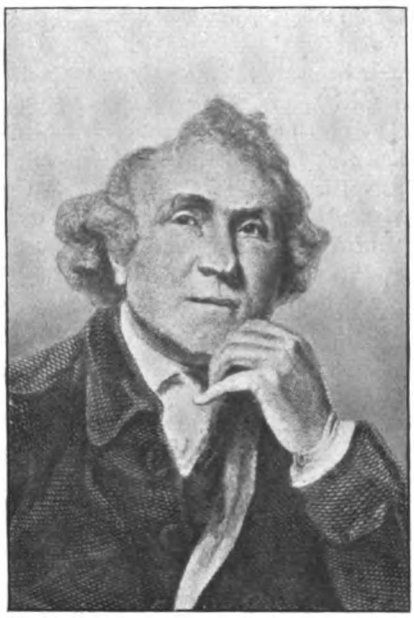


Fig. 13.
JOHN HUNTER 1728—1793.

Fig. 14.
WOLFGANG GOETHE 1749—1832.

Fig. 15.
FRIEDRICH BLUMENBACH 1752—1840.

Fig. 16.
SAMUEL THOMAS VON SOEMMERRING 1755—1830.

Digitized by Google

II. Stufe. Eine Zeitlang wurden nunmehr die Araber die Träger der wissenschaftlichen Heilkunde. Die Schriften des Altertums, insbesondere die hellenischen Geisteswerke, wurden, soweit sie der Vernichtung entgangen waren, übersetzt, umgearbeitet und dem eigenen Volke anzupassen gesucht. Die damit anbrechende Periode ist diejenige des Arabismus in der Medizin. Von einer Weiterbildung der Anatomie konnte in dieser Zeit um so weniger die Rede sein, als der Koran für die anatomische Forschung ein unmittelbares Hindernis bildete.

Unter den Arabern war Rhazes, Direktor des Krankenhauses in Bagdad, 850—923, eine hervorragende Persönlichkeit. Ihm folgte später der Perser Avicenna, 980—1037, welcher als Philosoph und Arzt eine weit über seine Zeit hinausragende Bedeutung besaß.

Fehlte es auch bei dem Verzicht auf selbständige Forschung im Umkreis der arabischen Schulen an einer Weiterbildung der Wissenschaft, enthielten diese Schulen auch durch eben denselben Verzicht in sich selbst den Keim des Zerfalls und Verderbens, so waren sie doch nicht ohne Einfluß auf die Folgezeit. Denn ihre Schriften, obwohl sie das Wissen des Altertums vielfach mystisch entstellt und verdunkelt wiedergaben, bildeten durch das ganze Mittelalter hindurch die Hauptgrundlage alles ärztlichen Wissens des Abendlandes, in welches ihre Schriften eindrangen. Eine Reihe von Benennungen für Körperteile weist noch heute auf jenen Zustand hin[1]).

III. Stufe. Langsam begann allmählich ein Umschwung einzutreten, dessen Verdienst Italien zukommt. Es naht die Zeit der Restauration. Aber für die Langsamkeit des Aufschwunges der Anatomie am Ende des 13. und am Beginn des 14. Jahrhunderts ist es bezeichnend, daß Schriften dieses Zeitalters den Bau des Körpers zum größten Teil nach Avicenna darstellen.

Von anfänglich kaum bemerkbarem, später aber um so deutlicher werdendem Einfluß auf den Fortschritt in der Anatomie ist die ins Leben tretende Gründung von Hochschulen in Italien, später in Spanien, Frankreich und den übrigen europäischen Ländern. Mit ihnen trat diejenige Organisation der wissenschaftlichen Arbeit in die Erscheinung, welche im Altertum zwar nicht ohne Vorbild war, aber dennoch auf anderen Grundlagen beruhte und allmählich sich reicher entfaltete.

Die philosophischen und die ärztlichen Schulen des Altertums, die später in Italien aus dem Bedürfnis hervorgegangenen Schulen des römischen Rechts, zu einem Ganzen zusammengelegt, enthalten schon den Begriff einer Universität. Wo einmal eine ärztliche oder Rechtsschule vorhanden war, da konnte, wenn das Bedürfnis dafür erwacht war, durch Angliederung leicht ein Ganzes sich hervorbilden, zu welchem die theologischen Schulen früh hinzutraten. Für die Herausbildung von Universitäten fehlte es hiernach nicht an Anknüpfungspunkten im Altertum[2]).

Für die anatomische Wissenschaft wurden zunächst Bologna, Padua, Montpellier, später Paris wichtig. Der Arabismus in der Medizin, anfänglich noch herrschend, beginnt zurückzuweichen und die unmittelbare Beobachtung wieder in ihre Rechte zu treten. Als der erste auf dem neuen Wege ist der Bolognese Mundinus (Raimondo de Lucci, ca. 1275—1326) zu erwähnen. Sohn eines Krämers, war er zuerst Kaufmann und studierte darauf Medizin. Am Beginn des 14. Jahrhunderts wurde er Professor in seiner Vaterstadt und beschäftigte sich eifrig mit Anatomie. Er zergliederte mehrere menschliche Leichen und verfaßte ein Kompendium der Anatomie, welches auf eigene Untersuchungen gestützt ist, vorzugsweise allerdings die Galenischen Lehren wiedergibt. Dieses Kompendium erschien 1314 und wurde bis in das 16. Jahrhundert an vielen medizinischen Schulen als Lehrbuch benützt; es enthielt auf 77 Quartseiten alles damals Wissenswerte der menschlichen Anatomie, namentlich ausführlichere Darstellungen über die Eingeweide, den Hauptgegenstand der inneren Medizin. Den Beginn machen die Organe der Bauchhöhle, dann folgen Brust, Teile des Kopfes, einiges von den Wirbeln; ein kurzer Abschnitt über die Gliedmaßen bildet den Schluß. Gewisse am Schädel präparierte Knochen konnten „propter peccatum" nicht genauer untersucht werden, wie der Autor vom Gehörorgan schreibt. Der Bauch heißt noch Mirach, das Bauchfell Siphac, das Netz Zirbus, das Sprungbein Caib usw., arabistische Benennungen, die der betreffenden Periode entsprechen, aus welcher Mundin in diejenige der Restauration bereits hinweist.

Als fernere Vorläufer der Restauration der Anatomie sind zu nennen Wilhelm Koch aus Basel (1471—1532), Winther von Andernach (1478—1547) in Löwen, Straßburg und Paris, Theodor Zwinger von Basel (1533—1588) und Anutius Foësius in Metz (1528—1591), welche

---

[1]) J. Hyrtl, Onomatologia anatomica. Wien, 1880; und: Das Arabische und Hebräische in der Anatomie. Wien, 1879.

[2]) Über diesen wichtigen Gegenstand vgl. R. Leonhard: Die Universität Bologna im Mittelalter. Leipzig, 1888.

Digitized by Google

Fig. 17.
FRANZ JOSEPH GALL 1758—1828.

Fig. 18.
GEORGE CUVIER 1769—1832.

Fig. 19.
FRANÇOIS XAVER BICHAT 1771—1802.

Fig. 20.
CHARLES BELL 1774—1842.

Digitized by Google

die Schriften des Hippokrates, Galen, Oribasius und anderer alter Ärzte herausgaben, kommentierten, rezensierten und dadurch für deren Verbreitung sorgten. Andere Männer traten mit selbständigeren Werken über Anatomie auf, wie Magnus Hundt in Leipzig (Antropologium 1501), Gabriel de Zerbis (1468—1505) zu Padua und Rom (Anathomia 1502); Berengar von Carpi († 1530) zu Pavia (Commentaria supra anathomiam Mundini 1521, mit trefflichen Abbildungen). Ferner gehört hierher Alexander Achillinus (1463—1512) in Bologna (Annotationes anatomicae), entdeckte u. a. das im Altertum nur wenigen bekannte und bezweifelte, im Mittelalter bis dato nicht entdeckte Jungfernhäutchen (velamen), und Alexander Benedetti zu Padua († 1525, Anatomice Basil. 1527).

Das Studium der Anatomie blühte zu jener Zeit namentlich in Paris, wo außer Winther von Andernach besonders Guido Guidi (Vidus Vidius, † 1569, De anatomia corporis humani) und Jacques Dubois (Sylvius, 1478—1555; Commentarii in Galenum de ossibus, Par. 1561) in erfolgreicher Tätigkeit wirkten. Sie zogen eine große Zahl eifriger Schüler an, von welchen ein Teil sich später durch eigene Leistungen auszeichnete.

Keiner jedoch von allen erreichte an Bedeutung nur von ferne einen dieser Schüler, den mit Recht sogenannten Reformator der Anatomie, Andreas Vesal (Fig. 2). Aus einer Familie von Ärzten stammend, die den Namen Wittings führte, aber, da sie aus Wesel stammte, ihren Namen bei ihrer Auswanderung nach den Niederlanden in Wesele umänderte, wurde er 1514 in Brüssel geboren und widmete sich zu Löwen dem Studium der Sprachen und Naturwissenschaften. 1532 ging er zur Fortsetzung seiner Studien nach Montpellier und von da nach Paris, wo er seinen früheren Lehrer Winther, sowie Vidius und Sylvius traf und mit dem größten Eifer Anatomie trieb. Bald wurde er bei Sylvius Prosektor, ging aber schon 1534 nach Löwen zurück und las hier Anatomie. Schon im nächsten Jahre zog er mit dem Heere Karls V. wieder nach Frankreich, von da nach Italien, wo er Gelegenheit zu zahlreichen Leichenuntersuchungen hatte und die Irrtümer Galens wahrnahm. Sieben Jahre hindurch (1536—1543) trug Vesal als Professor der Anatomie und Chirurgie in Padua und abwechselnd auch in Pisa und Bologna seine neuen Lehren vor und bearbeitete sein großes Werk „De corporis humani fabrica libri septem", welches 1534 in Basel gedruckt wurde. Fast in allen Gebieten bringt es Neues oder bisher nur mangelhaft Erkanntes zu klarer Darstellung, welche durch Holzschnitte nach Zeichnungen von Stephan von Calcar illustriert wird. So wurde hier zum ersten Male der Bau des menschlichen Organismus in meist naturgetreuer Wiedergabe gezeigt. Nicht in allen Stücken zwar übertrifft er Galen, gegen den er nicht überall Recht behalten hat. Von Venedig aus eine Pilgerfahrt nach Jerusalem unternehmend, erlitt er auf der Rückreise bei Zante Schiffbruch und starb hier, durch Krankheit gebrochen, im Elend (1564).

Die neuen Lehren Vesals führten die heftigsten Kämpfe von seiten der Anhänger Galens herbei. Die hervorragendsten Gegner waren Jakob Sylvius, sein Lehrer, und Bartholomäus Eustachius in Rom, von welchen der letztere als einer der bedeutendsten Meister in der Anatomie zu gelten hat († 1574). Er behandelt in trefflicher Weise das Gehörorgan, die Bildung der Zähne, die der Kopfbewegung dienenden Muskeln, die Vena azygos, den feineren Bau der Nieren und anderes, gedenkt dabei zugleich aber auch der ersten Bildung der Organe und der Vergleichung mit tierischen Befunden. Ein von ihm zur Begründung seiner eigenen Ansichten unternommenes Werk ging leider verloren. 38 dazu gehörige Kupfertafeln blieben in langer Verborgenheit und wurden erst 1714 durch Lancisi der Vergessenheit entrissen. Sie zeigen, daß Eustachius in vielen Stücken genauer beobachtet hat als Vesal und auch in zahlreichen Entdeckungen ihn übertraf.

Das Beispiel Vesals, seine Schriften und die Streitigkeiten, welche ihrer Veröffentlichung folgten, veranlaßten eine große Zahl tüchtiger Männer zu selbständigen Forschungen auf dem Gebiet der Medizn. Nach vielen Jahrhunderten tiefen Schlummers und Niederganges der Wissenschaft blühte jetzt ein frisches Leben auf. Entdeckung folgte auf Entdeckung. Die Namen vieler Anatomen jener Restaurationsepoche gingen in die anatomische Nomenklatur über.

Einer der bedeutendsten Zeitgenossen Vesals war Gabriel Fallopia (Fig. 3) aus Modena (1523—1562), sein Schüler und treuer Anhänger, welcher in Pisa und Modena wirkte und sich durch sorgfältige Untersuchungen auszeichnete (Observationes anatomicae 1561). Ihm folgt Michael Serveto (1509—1553), Schüler von Fallopia, der auf Calvins Anstiften in Genf als Ketzer verbrannt wurde. Ferner sind zu nennen Leonhard Botallo, geb. 1530 zu Asti; Fabricius ab Aquapendente (Fig. 4), 1537—1619, in Padua, welcher unter anderem die Venenklappen genauer kennen lehrte und sich durch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen auszeichnete; Phil. Ingrassias, 1510—1580, in Neapel, welcher genaue Untersuchungen der Knochen lieferte; Realdus Columbus, † 1559, Pro-

Digitized by Google

Fig. 21.
KARL FRIEDRICH BURDACH 1776—1847.

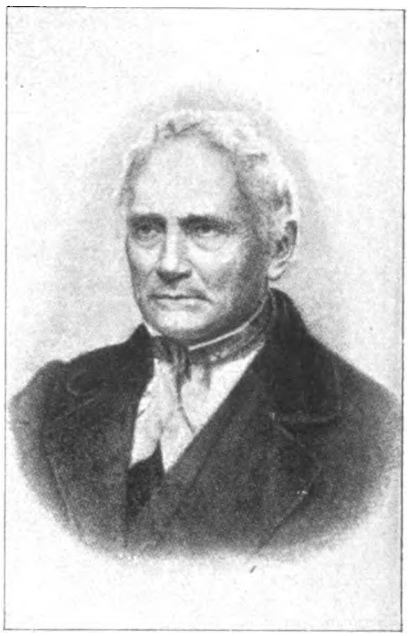


Fig. 22.
JOHANNES PURKINJE 1787—1869.

Fig. 23.
KARL ERNST VON BAER 1792—1876.

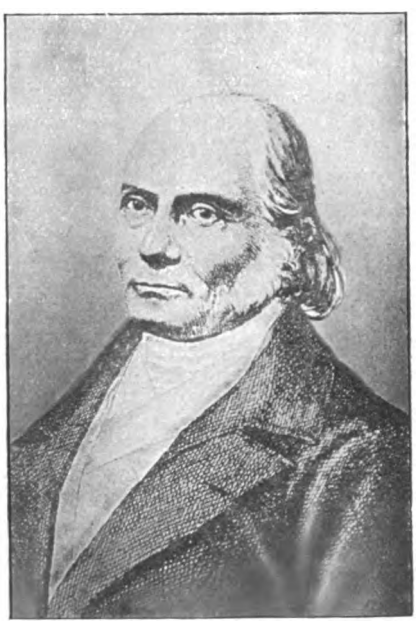


Fig. 24.
ERNST HEINRICH WEBER 1795—1878.

Digitized by Google

sektor Vesals und Professor in Padua (De re anatomica); Cäsar Arrantius in Bologna, 1530—1589 (De humano foetu); Constantin Varolius, in Bologna, 1543—1575 (De nervis opticis); Felix Plater, in Basel, 1536—1642 (De corporis humani structura 1583); Caspar Bauhin, in Basel, 1550—1624 (Theatrum anatomicum 1579); Julius Casserius, in Padua, 1561—1616 (Tabulae anatomicae); Adrianus Spigelius, in Padua, 1578—1625 (De corporis humani fabrica).

Durch die unterdessen gewonnenen Bereicherungen wurde allmählich ein Zustand angebahnt, welcher nicht allein den Bau, sondern auch die Lebenstätigkeit des menschlichen Körpers besser verstehen lehrte und namentlich die Entdeckung des Blutkreislaufes herbeiführte, obwohl man noch weit davon entfernt war, das Blut selbst als ein besonderes Organ des Körpers würdigen zu können. Es fehlte nicht an Vorläufern, insbesondere hatte Serveto gezeigt, daß die Scheidewand des Herzens undurchdringlich sei und das Blut die Lungen passiere, um vom rechten zum linken Herzen zu gelangen. Realdus Columbus bestätigte und erweiterte die Beobachtungen und fügte die bei Vivisektionen gemachte Entdeckung der Systole und Diastole des Herzens hinzu. Hierzu kam noch die Entdeckung der Venenklappen durch Canani (1547) und deren genauere Beschreibung durch Fabricius (1574).

Einem Schüler des letzteren, William Harvey, 1578—1657 (Fig. 5), zu Folkestone in England geboren, gelang es, auf Grundlage ausgedehnter Untersuchungen, die Lehre vom Kreislauf des Blutes in einer Weise zu begründen, die unseren heutigen Anschauungen im wesentlichen entspricht (Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus, Francof. 1628).

Als Gegner dieser Lehre traten besonders auf Joh. Vesling zu Padua, 1598—1649; Moritz Hofmann in Altdorf (1621—1698): C. Folius in Venedig, der im übrigen ein tüchtiger Anatom war; Joh. Riolan, der Sohn, 1580—1657, in Paris (Opuscula anatomica nova; Paris, 1649).

Auf der anderen Seite fand die neue Lehre warme Verteidiger, und zwar besonders an Werner Rolfink in Jena, 1599—1673 (Dissertationes anatomicae) und Johann Pecquet in Montpellier, 1622—1674.

Es folgte auf dem Gebiet der Gefäßlehre zu dieser Zeit rasch eine Anzahl von Entdeckungen, welche Harveys Lehre zugleich erweiterten und befestigten. Schon vor der Veröffentlichung von Harveys Buch hatte Caspar Aselli, 1571—1626, in Pisa, von neuem (1622) die bereits von Erasistratus gekannten Chylusgefäße des Darmes beim Hunde entdeckt, welche 1628 La Peirese in Aix beim Menschen bestätigte. 1647 fand Pecquet den Milchbrustgang bei Tieren (Diss. anat. de circulatione sanguinis et chyli, Paris 1651), worauf Joh. van Hoorne ihn auch beim Menschen auffand (1652). Endlich lieferte Olaus Rudbeck in Upsala (1630—1702) eine sorgfältige Beschreibung der Lymphgefäße.

Gleichwie auf Vesals Tätigkeit ein neuer Aufschwung der anatomischen Wissenschaft gefolgt war, so trat ein solcher nach Harveys Auftreten ein. In allen Ländern Europas stehen Männer auf, welche die Wissenschaft mit neuen Tatsachen bereichern. Man erkennt hieran, wie die Wissenschaft allmählich zugleich in ausgedehnteren Gebieten Wurzel faßt und sich unter Ausbildung der Untersuchungsmethoden vertieft.

Im Jahre 1641 entdeckten M. Hofmann von Fürstenwalde und G. Wirsung aus Augsburg den Ausführungsgang der Bauchspeicheldrüse, den sie für ein Lymphgefäß hielten. Ferner sind zu nennen Franz Glisson in London (1597—1677) (Anatomia hepatis 1654); Fr. Deleboë Sylvius in Leyden (1614—1672); Conrad Victor Schneider (1614—1680) in Wittenberg (De osse cribriforme 1655); Thomas Wharton, 1610—1673, zu London (Adenographia 1656); Nathaniel Highmore, 1613—1684, zu Oxford (Corporis humani diquisitio anatomica 1651); Thomas Willis, 1622—1675, zu Oxford (Cerebri anatome 1664); Joh. Heinrich Glaser, 1626—1679, in Basel (Tractatus de cerebro, Basel, 1680).

IV. Stufe. Dem Restaurations- oder Reformationszeitalter der Anatomie folgt nunmehr ein anderes, dessen Kennzeichen gegeben ist durch die Einführung des einfachen und zusammengesetzten Mikroskopes in die Untersuchung der Körperwelt. Dauert es auch noch lange bis zur vollen Ausnutzung seiner Leistungsfähigkeit, so folgen alsbald wichtige Beobachtungen, die schon bis zu den Formelementen vordringen. Das Hinzutreten des Mikroskopes zu den Forschungsmitteln (1620) verleiht daher ein Recht, die anbrechende Epoche mit einem besonderen Namen zu bezeichnen: es ist der Beginn des mikroskopischen Zeitalters.

Es hebt an mit Marcellus Malpighi, 1628—1694, in Pisa, Messina und Bologna (Fig. 6). Er beobachtete 1661 mit dem Mikroskop den Blutlauf in den Lungen und im Gekröse des Frosches und befestigte dadurch die Harveysche Lehre, fand die nach ihm benannten Körperchen der

Digitized by Google

Fig. 25.
JOHANNES MÜLLER 1801—1858.

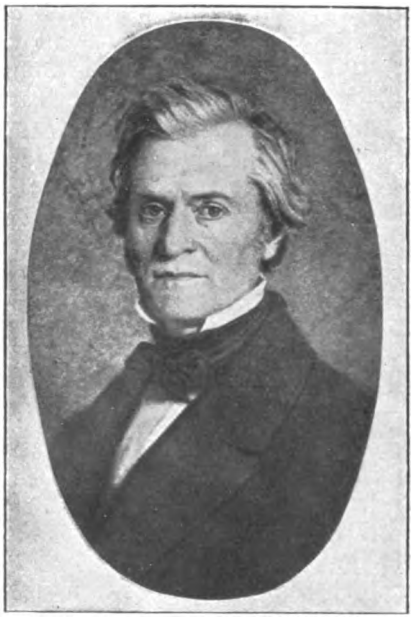


Fig. 26.
ANDREAS RETZIUS 1796—1860.

Fig. 27.
FRIEDRICH ARNOLD 1803—1890.

Fig. 28.
WILLIAM BOWMAN 1816—1892.

Digitized by Google

Milz und Niere und schrieb unter anderem auch eine gute Abhandlung über die Haut: De externo tactus organo, Napoli 1665. Er wird als Begründer der mikroskopischen Anatomie betrachtet.

Ihm folgten im Gebrauch des Mikroskopes zunächst Anton von Leeuwenhoek (1632 bis 1723) und Johann Swammerdam (1637—1680). Der letztere machte zum ersten Male Versuche, die Beobachtung der Gefäße durch Füllung mit gefärbten Massen zu erleichtern, eine Methode, welche durch Friedrich Ruysch (Fig. 7), 1638—1731, in Amsterdam (Opera omnia anatomica 1737) zu hoher Vollkommenheit ausgebildet wurde.

Als derselben Epoche angehörig sind noch zu nennen: Richard Lower, 1631—1691, Arzt in London. Tractatus de corde. London 1669. — Niels Stenson (Stenonius) 1638—1686, Professor der Anatomie zu Kopenhagen, später apostolischer Vikar. De glandulis oris. Lugd. Bat. 1661. — Heinrich Meibom, 1638—1700, Professor der Medizin zu Helmstädt. De vasis palpebrarum. Helmstädt 1688. — Reinier de Graaf, 1641—1673, Arzt zu Delfft. De virorum organis etc. (1668, 70, 72) de mulierum organis etc. L. B. 1672. — Raymund Vieussens (Fig. 8), 1641—1716, Professor in Montpellier. Traité nouveau du mouvement du coeur. Toulouse 1715. — Lorenzo Bellini, 1643—1704, aus Florenz, Professor in Pisa. Exercitatio anat. de structura et usu renum. Florent. 1662. — Jean Guichard du Verney, 1648—1730, Professor der Anatomie zu Paris. — Eduard Tyson, geboren 1651, Professor der Anatomie zu London. — Aug. Quirin Rivinus, 1652—1723, Professor in Leipzig. De dyspepsia. Lips. 1678. — Caspar Bartholin, 1655—1738, Sohn von Thomas Bartholin dem Älteren. Professor der Anatomie in Kopenhagen. De ductu salivali hactenus non descripto. Hafn. 1684. — Joh. Conr. Peyer, 1653—1712, Arzt zu Schaffhausen. Exercitat. de glandulis intestini Scaphusii 1677. — Joh. Conrad Brunner, 1658—1727, aus Schaffhausen. Professor in Heidelberg. De glandulis duodeni. Heidelberg 1687. — Alex. Littre, 1658—1726, Pariser Arzt. Description de l'urèthre de l'homme, mémoires de l'acad., 1700. — François Pourfour Petit, Akademiker in Paris. Canalis Petiti, 1726. — Anton Nuck, Professor der Anatomie zu Leyden, 1650 bis 1692. Adenographia curiosa, 1691. — Theodor Kerkring aus Hamburg, Arzt zu Amsterdam, 1640 bis 1693. Spicilegium anatomicum, 1670. — Anton Maria Valsalva, 1666—1723, Schüler Malpighis, Professor der Anatomie zu Bologna. De aure humana tract. 1704. William Cowper, 1666 bis 1709, Prof. der Anat. zu Oxford. Myotomia reformata. Lond. 1694. Anatomy of human body, 1697. — Jacob Benignus Winslow, 1669—1760, Prof. der Anat. zu Paris. Sein Lehrbuch, Exposition anat. de la struct. du corps humain. Paris 1732, deutsch Basel 1754, erlebte nicht nur mehrere Auflagen, sondern wurde auch ins Englische, Italienische und Lateinische übersetzt. — Adam Christian Thebesius, 1668—1720, Arzt zu Hirschberg in Schlesien. Dissertatio medica de circulat. sanguinis, Lugd. B. 1708; sein Sohn, Joh. Ehrenfried Thebesius, tüchtiger Geburtshelfer. — Henry Ridley, Arzt in London. Anatomy of the brain, London 1695; Anatomia cerebri ex anglico in latinum diligenter transl., Lugd. Bat. 1725. — Jacob Douglas, 1675—1742, Arzt und Anatom in London, Lehrer Hallers. Description of the peritoneum etc., London 1730. — Martin Naboth, 1675—1721, Prof. in Leipzig. De sterilitate mulierum, Lips. 1704. — François Poupart, 1676 bis 1708, Prof. in Paris. Aufsätze in den Mém. de l'acad., Suspenseur de l'abdomen, 1705. — Rau (Ravius), Badenser, 1668—1719, Prof. in Leyden. — Joh. Dominic. Santorini, 1681—1737, Prof. in Venedig. Observationes anatomicae, Venet. 1724. — Abraham Vater, 1684—1751, Prof. in Wittenberg, 1717. De novo bilis diverticulo, Vitemb. 1720. — Anton Ferrein, 1692—1769, Prof. in Paris. Observations sur la structure des viscères etc. Mém. de l'acad. 1749.

Mit den letzten der genannten Männer sind wir bereits in das achtzehnte Jahrhundert eingetreten. Die verschiedensten Abschnitte der Anatomie hatten durch bedeutende Vertreter unserer Wissenschaft Pflege und Ausbau gefunden, wodurch die praktische Medizin allmählich eine immer sicherere Grundlage erhielt. Aber immer noch fehlte es an einer systematischen Bearbeitung des Zusammenhanges zwischen den krankhaften Erscheinungen während des Lebens und den Befunden nach dem Tode; da trat ein italienischer Anatom auf, Giovanni Batista Morgagni (Fig. 9) aus Forli, Prof. zu Padua, 1682—1771, und versuchte zuerst in seinem unsterblichen Werke: De sedibus et causis morborum, Venet. 1761, die anatomischen Grundlagen der Krankheiten in größerem Umfange nachzuweisen; er wurde so der Begründer der pathologischen Anatomie. Im achtzehnten Jahrhundert nimmt zwar die Zahl der hervorragenden Anatomen ab, allein noch immer findet sich eine Anzahl tüchtiger Forscher, welche genannt werden müssen. Alexander Monro, der Vater, 1697—1767, Prof. in Edinburg. Anatomy of the bones. Edinb. 1728. — Alexander Monro, der Sohn, 1733—1817. Three treatises on the brain, the eye und the ear, Edinb. 1797. — Bernhard, Siegfried Albinus (Weiß) 1697 bis 1770, aus Frankfurt a. d. Oder, schon als 24jähriger Mann Nachfolger seines Lehrers Rau in Leyden,

Digitized by Google

Fig. 29.
MATTHIAS SCHLEIDEN 1804—1881.

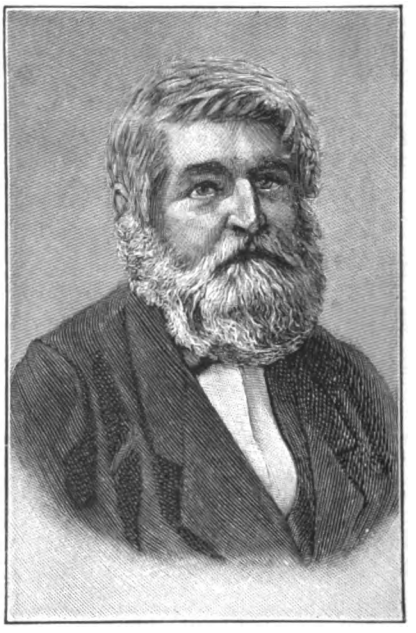


Fig. 30.
THEODOR L. W. BISCHOFF 1807—1882.

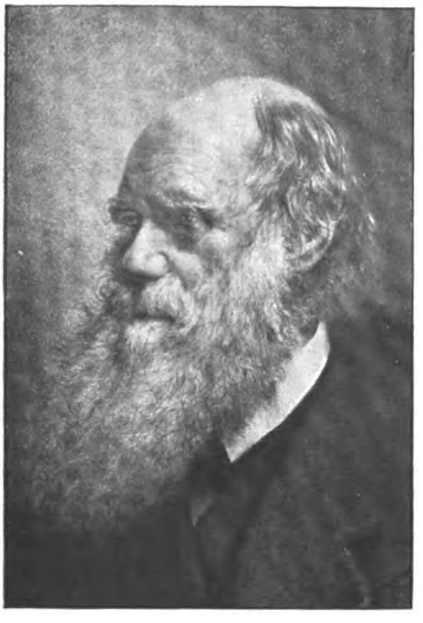


Fig. 31.
CHARLES DARWIN 1809—1882.

Fig. 32.
JACOB HENLE 1805—1885.

Digitized by Google

hat sich durch die Herausgabe eines klassischen Atlas ein bleibendes Denkmal gesetzt. — Joseph Lieutaud, 1703—1780, Arzt zu Paris. Observations sur la structure de la vessie: Mém. de l'acad. 1753. — Joseph Bertin, 1712—1781, Akademiker in Paris. Description de deux os inconnus; Mém. de l'acad. Paris 1774. — Johann Nathaniel Lieberkühn, 1711—1765, Arzt in Berlin, tüchtiger Mikroskopiker. De fabrica et actione villorum intestini. Lugd. Bat. 1745.

Von wesentlichem Einfluß auf die Entwicklung der gesamten Medizin und dabei auch auf diejenige der Anatomie und Physiologie war Albrecht v. Haller (Fig. 11) 1708—1777, der Sohn eines Berner Patriziers. Im Jahre 1723 ging er nach Tübingen, um Medizin zu studieren, von da nach Leyden zu Boerhave und Albinus. Schon 1727 wurde er Doktor der Medizin; er verließ Leyden und begab sich zuerst zu Douglas in London, dann zu Winslow nach Paris. Von dort mußte er wegen Leichenraubes flüchten und wurde 1728 Schüler von Joh. Bernouilli in Basel, während er zugleich Vorlesungen über Anatomie hielt. 1736 wurde er Professor der Anatomie und Chirurgie in Göttingen und blieb daselbst bis 1753, um welche Zeit er seiner Gesundheit wegen nach Bern übersiedelte. Wenn Haller auch als seine Hauptaufgabe die Neubegründung der Physiologie ansah und demgemäß auch die Elementa Physiologiae corporis humani, Lausanne 1759—1766, als sein Hauptwerk anzusehen sind, so wirkte er doch in allen Zweigen der Medizin befruchtend; dabei war er zugleich gewiegter Staatsmann, tüchtiger Botaniker, begabter Dichter. Seine Lehre von der Irritabilität, worin er die Abhängigkeit des Lebens von der Tätigkeit des Herzens nachzuweisen suchte, fand anfangs viele Gegner, andererseits auch warme Verteidiger, welche seine Lehre unterstützten und weiter verbreiteten. Unter ihnen sind zu nennen: Joh. Friedrich Meckel, der Großvater, 1724—1774, einer der Lieblingsschüler von Haller, zuerst Prof. am Theatrum anatomicum zu Berlin, später Professor der Anatomie in Halle. Tractatus de quinto pare nervorum cerebri, Gött. 1748. — Joh. Gottfried Zinn, 1727—1759, aus Ansbach, Prof. in Göttingen. Experimenta circa corpus callosum etc. Gött. 1749; de ligamentis ciliaribus programma. 1753. — Felice Fontana, 1730—1805, Prof. in Pisa. De partibus sentientibus et irritabilibus. — Andere hervorragende Anatomen jener Zeit waren: Peter Camper, 1722—1789, aus Leyden (Fig. 12). Diss. inaug. de visu, 1746. — William Hunter, 1718—1783, Arzt zu London. Anatomia uteri humani gravidi tabulis illustrata, 1774. — John Hunter (Fig. 13), Williams Bruder 1728—1793, Gründer des berühmten Londoner Museums. Gubernaculum Hunteri. — Friedrich Gasser, vom Jahre 1757 an Professor der Anatomie in Wien. Untersuchungen über Hirnnerven. — Antonio Caldani, 1725—1813, Professor zu Bologna, Venedig und Padua. Icones anatomicae, Venet. 1801. — Pierre Demours, Ophthalmolog in Paris, † 1795. Lettre à Mons. Petit, Paris 1767. — Antonio de Gimbernat, Anatom in Barcelona, später in Madrid. Nuevo metodo de operar en la hernia crurali, Madrid, 1793. — Carl Samuel Andersch, 1732—1777, aus Königsberg, Schüler Hallers. Ganglion Anderschii. — Domenico Cotugno, 1736—1822, Professor in Neapel. Untersuchungen über das Gehörorgan. — Heinrich August Wrisberg, 1739—1808. Hallers Nachfolger in Göttingen. Observationes anat. de quinto pare nervor. etc. 1777. — Antoine Portal, 1742—1832, Anatom in Paris. Histoire de l'anatomie etc. 1770. — Antonio Scarpa, 1752—1832, Schüler Morgagnis, Professor in Modena und Pavia, vorzüglicher Förderer der chirurgischen Anatomie. — Felix Vicq d'Azyr, 1748—1794, Akademiker in Paris, Arbeiten in den Mém. de l'académie, 1774—1784. — Paolo Mascagni, 1752—1815, Professor in Siena, Pisa und Florenz. — J. Descemet, Prof. in Paris, 1732—1810. Mémoires et observations sur la choroide, 1768; Vasor. lymphatic. corporis hum. historia et iconograph., 1787. — Jacques Tenon, 1760—1816, Akademiker, Paris. Mémoires et observations sur l'organe de la vue, 1806. — Aus dieser Zeit ist noch besonders hervorzuheben: Samuel Thomas von Sömmering (Fig. 16), 1755—1830, welcher in seinem 23. Jahre bereits eine hervorragende Arbeit über die Gehirnbasis „de basi encephali etc., Gött. 1778" veröffentlichte und später ausgedehnte Arbeiten über Anatomie herausgab. Sein Lehrbuch „Vom Baue des menschlichen Körpers", 1791—96, zeichnete sich durch große Klarheit der Darstellung aus und erfuhr in dem 4. Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts eine neue Bearbeitung durch eine Anzahl von Gelehrten. Ein Schüler Wrisbergs, war er als Lehrer in Kassel und Mainz tätig, später vielbeschäftigter Arzt in Frankfurt am Main.

Von Lehrern der Anatomie, welche am Schluß des achtzehnten Jahrhundert stätig waren, sind noch zu nennen: Friedrich Theodor Meckel, der Sohn 1756—1803, Dissert. de labyrintho auris; Argent. 1774, und Joh. Friedr. Meckel, der Enkel, in Halle 1781—1831. — Joh. Christ. Reil, 1759—1813, Kliniker in Halle und Berlin. Genaue Untersuchungen über das Gehirn in seinem Archiv für Physiologie, Bd. 8 und folgende. — Joh. Ehrenritter, † 1790, Anatom in Wien; über den Nervus glossopharyngeus, Salzburger med.-chirurg. Zeitung, 1796.

Digitized by Google

Fig. 33.
THEODOR SCHWANN 1810—1882.

Fig. 34.
PH. C. SAPPEY 1810—1896.

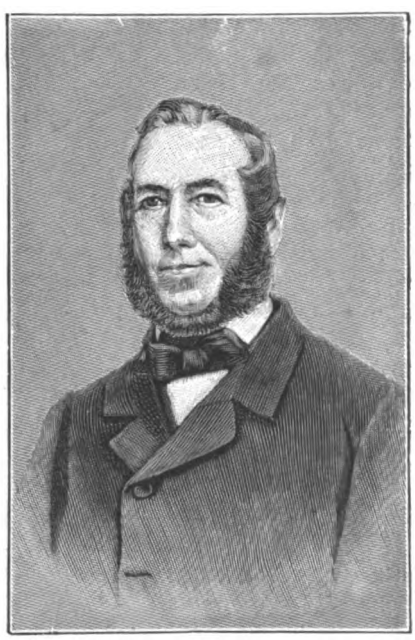


Fig. 35.
BENEDICT STILLING 1810—1879.

Fig. 36.
KARL REICHERT 1811—1883.

Digitized by Google

An der Grenze des 18. und 19. Jahrhunderts wurde durch einen hervorragenden Forscher Franz Xaver Bichat (Fig. 19), 1771—1802, ein neuer Fortschritt in der Entwicklung der Anatomie bezeichnet, indem derselbe durch sein unsterbliches Werk: „Anatomie générale etc., Paris 1801", die allgemeine Anatomie als Wissenschaft begründete und namentlich auf den innigen Zusammenhang der Anatomie mit der Physiologie aufmerksam machte. Im 25. Jahre begann er seine Lehrtätigkeit in Paris, um im 31. Jahre seinen übermäßigen Anstrengungen durch den Typhus zu erliegen.

Außer den bereits oben genannten Männern, welche schon zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts in Tätigkeit waren, sind aus dem Beginn des vorigen Jahrhunderts noch zu nennen: Gilbert Breschet, 1784—1845, Akademiker in Paris. Essais sur les veines du rachis etc., Paris 1819; Le système veineux, Paris 1827—1830. — Die Brüder John und Charles Bell (Fig. 20) in Edinburg; von letzterem stammt die genauere Begründung der Wirkungsweise der Wurzeln der Rückenmarksnerven, Philos. Transactions, 1821, deutsch in Meckels Archiv VIII. — Ludwig Jacobson, 1783 bis 1843 Professor in Kopenhagen. Aufsatz über den Zungenschlundkopfnerven in Nova acta societ. med. Hafniens. 1818. — Friedrich Hildebrandt aus Hannover, Prof. in Erlangen, 1764—1816. Vorzügliches Lehrbuch der Anatomie, 1789—1792. — Joh. Christ. Rosenmüller, 1771—1820, Prof. in Leipzig. — Friedrich Tiedemann, 1781—1861, Professor in Heidelberg und sein Schwiegersohn Vincenz Fohmann, Professor in Heidelberg und Löwen. Anatom. Untersuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen, 1822. — Arthur Jakob, Professor in Dublin. An account of a membrane in the eye. Phil. transact. 1819. — Friedrich Arnold (Fig. 27), 1803 bis 1890, Prof. in Heidelberg, über den Ohrknoten, 1828; der Kopfteil des vegetativen Nervensystems, 1831. — Ernst Heinrich Weber (Fig. 24) 1795—1878, Prof. der Anatomie in Leipzig.

V. Stufe. Dem Beginn der mikroskopischen Forschung folgt jener inhaltschwere Abschnitt, welcher sein Gepräge erhält durch das breite Eingreifen der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte in die Vorstellungen vom Menschen. Beide gewaltige Zweige der Wissenschaft traten fast gleichzeitig ins Dasein. Für beide war es von der größten Bedeutung, daß das Mikroskop bereits erfunden war.

Diese Stufe ist nicht ohne Vorläufer, denn das zoologische Studium lag nicht etwa darnieder, sondern es ging seine eigenen Wege. Dasselbe gilt von der Entwicklungsgeschichte.

Hier ist zunächst Linnés (Fig. 10) zu gedenken. In seiner Klassifikation der Pflanzen und Tiere (Systema naturae) war er dazu gelangt, auch dem Menschen seinen bestimmten Platz anzuweisen. Er erkannte die wesentliche Einheit der Tiere und Pflanzen und setzte beide Reiche als Organisata der nichtlebenden Welt gegenüber. Die Affen bilden nach Linné mit dem Genus homo die Ordnung der Primaten, die mit anderen Ordnungen zu den Säugetieren gehören.

Als Begründer der vergleichend-entwicklungsgeschichtlichen Forschung ist hinsichtlich der vergleichenden Anatomie George Cuvier (Fig. 18) zu nennen, 1769 zu Mömpelgard (Montbéliard damals württembergisch) geboren und in der Karlsschule zu Stuttgart erzogen, anfangs Theologe, von 1795 an in Paris, wo er 1832 starb. Er ist zugleich der Begründer der Paläontologie und hat sich durch sein „Règne animal" und seine „Anatomie comparée" unsterbliches Verdienst erworben. In mancher Hinsicht gehen ihm Haller, Hunter (Fig. 13) und noch entschiedener Vicq d' Azyr voraus, aber an umfassender Vergleichung und klarer Verallgemeinerung stehen sie so weit hinter Cuvier zurück, daß man dennoch berechtigt ist, von ihm zu sagen, er eröffne das Zeitalter der vergleichend-anatomischen Untersuchung. Cuvier entwirft in seiner „Anatomie comparée" ein tiefdurchdachtes und umfassendes Bild von den Grundzügen der gesamten tierischen Organisation, welches auch den Menschen einschließt und die Beziehungen der mannigfaltigen Organisationen zueinander darstellt und erwägt. Besonders hervorzuheben ist das „Gesetz der Korrelation der Organe". Die letzteren werden in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit betrachtet und dadurch im einzelnen dem Verständnis nähergebracht.

In Deutschland wurde sein Werk von Goethe (Fig. 14), Bojanus, Meckel dem Jüngeren, von Siebold, Johannes Müller (Fig. 25) und vielen Neueren würdig fortgesetzt. In England ist seine Richtung namentlich durch Owen vertreten. In Frankreich ist eine Reihe berühmter Anatomen, wie Etienne Geoffroy St. Hilaire, De Quatrefages, Milne-Edwards und Lacaze-Duthiers in dieser Richtung besonders tätig gewesen.

Als Begründer derselben Forschung in entwicklungsgeschichtlicher Richtung ist Kaspar Friedrich Wolff zu nennen. 1733 zu Berlin geboren, Akademiker in Petersburg, † 1794, hat sich Wolff unsterblichen Ruhm erworben durch seine Theoria generationis, 1759, (übersetzt v. Samassa. Leipzig 1896), mit welcher er zeigte, daß die frühesten Zustände des Körpers andere

Digitized by Google

Fig. 37.
JOSEPH HYRTL 1811—1894.

Fig. 38.
WENZEL GRUBER 1814—1890.

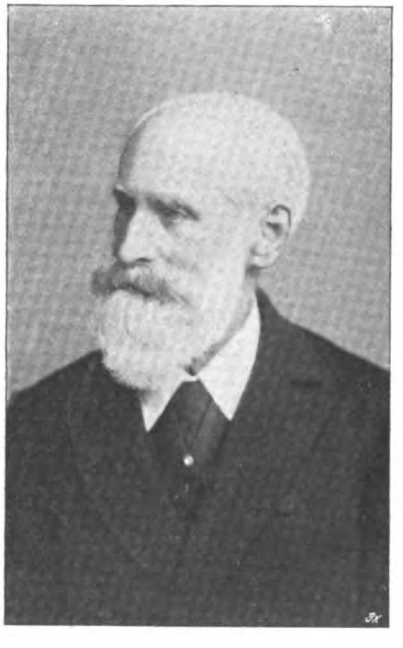


Fig. 39.
HERMANN MEYER 1815—1892.

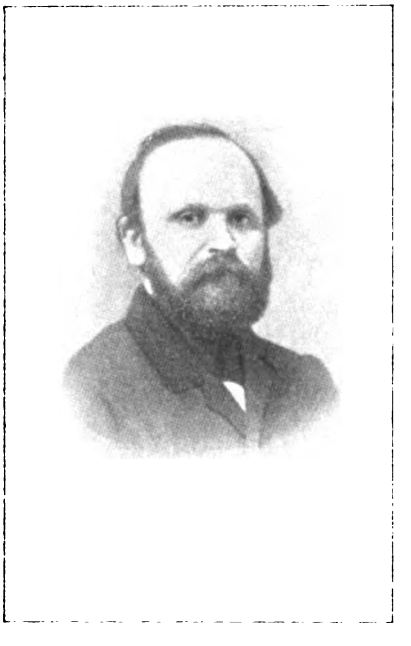


Fig. 40.
ROBERT REMAK 1815—1865.

Digitized by Google

Formen besitzen als die späteren, daß eine große Reihe von Umgestaltungen und Neubildungen im Laufe der individuellen Entwicklung sich vollzieht und daß die verwickelten späteren Formen aus einfachen blattähnlichen Formen hervorgehen. Mit dieser seiner Theorie der Epigenesis stürzte er die Theorie der Präformation oder Evolution, nach welcher die spätere Form des Körpers schon in der frühesten vollständig und nicht nur dem Kräfteplane nach vorliegt und während der Entwicklung nur größer wird. Doch wurden er und sein Werk erst im 19. Jahrhundert der Vergessenheit entrissen (durch den bereits genannten Joh. Fr. Meckel d. J.) und zur Geltung gebracht.

Eingehender noch als Wolff schilderte in der Folge Pander, 1794—1865, die erste Anlage des Hühnchens und die Keimblätter (1817). Als das Mittel, welches die Umgestaltungen der einfachen Anlage zu den verwickelten späteren Formen hervorbringt, erkannte er das Wachstum und die Vermehrung der Formbestandteile des Keims und erblickt in den dadurch bewirkten Faltenbildungen der ersten Anlage den Weg der Umformung.

Den größten Anteil an dem Fortschritt der Entwicklungsgeschichte hatte darauf Karl Ernst von Baer (Fig. 23) (1792—1876), welcher durch Pander zu entwicklungsgeschichtlichen Studien angeregt worden war und gleich ihm unter der Leitung von Ignaz Döllinger in Würzburg gearbeitet hatte. In seinen „Beobachtungen und Reflexionen über die Entwicklungsgeschichte der Tiere" (1828—1837) vertiefte von Baer nicht allein die bereits gewonnenen Grundlagen, sondern zeigte auch die ganze Tragweite der Entwicklungsgeschichte. Seine allgemeinen Ergebnisse kommen von anderer Seite zu derselben Beurteilung des Tierreiches, wie sie Cuvier vom vergleichend-anatomischen Standpunkt aus gewonnen hatte. Während bis dahin die sogenannten Graafschen Follikel des Eierstockes der Säugetiere für das Säugetierei gehalten wurden, entdeckte von Baer das in jenen Follikeln eingeschlossene Ei (De ovi mammalium et hominis genesi, Lipsiae 1827). Nachdem Purkinje (Fig. 22) 1825 das Keimbläschen des Vogeleies entdeckt hatte, wurde dieses beim Säugetierei durch Coste (1834) und durch Wharton Jones (1835) aufgefunden. Rudolf Wagner fand 1835 den Keimfleck. Die sehr bedeutenden späteren Fortschritte beruhen darauf, daß nach und nach nicht allein das ganze Tierreich auf die individuelle Entwicklungsgeschichte seiner zahllosen Vertreter untersucht wurde, sondern daß zugleich auch die Untersuchungsmethoden eine außerordentliche Verfeinerung erfuhren. Es entstand die vergleichende Entwicklungsgeschichte. Indem wir in dieser Hinsicht uns begnügen, das Handbuch der Entwicklungsgeschichte von Fr. Balfour zu erwähnen, verweisen wir im übrigen auf die reiche entwicklungsgeschichtliche Literatur der letzten Jahrzehnte, über welche, soweit sie sich auf Wirbeltiere bezieht, die rühmenswerten Lehrbücher der Entwicklungsgeschichte von Keibel und Mall, Kollmann, A. Kölliker, O. Hertwig, Chr. S. Minot, H. E. Ziegler und Broman weitreichenden Aufschluß geben.

Zur vergleichenden Anatomie (Anatomia comparata) und Entwicklungsgeschichte (Ontogenesis) gesellt sich aber auch die Stammesgeschichte (Phylogenesis).

Die vergleichende Anatomie der Tiere und Pflanzen nimmt für ihre ersten Aufgaben das Tier- und Pflanzenreich als gegeben an. Auch die Wissenschaft der individuellen und vergleichenden Entwicklungsgeschichte untersucht nur die Art und Weise, wie aus den schon vorhandenen elterlichen Individuen neue Individuen sich bilden. Sie fragt nicht nach der ersten Entstehung der Individuen (Protogenesis), sondern nach der Wiederentstehung (Deuterogenesis).

Früher oder später aber mußte sich die Wissenschaft mit der so höchst wichtigen Frage beschäftigen, wie denn die ersten Individuen entstanden seien, mit anderen Worten, wie die Entstehung der Arten gedacht werden müsse.

Der erste Versuch, eine Entwicklungsgeschichte der Arten zu geben, wurde von Jean Lamarck, 1744—1829, seit 1794 Professor der Zoologie zu Paris, unternommen (Philosophie zoologique ou Exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux, Paris 1809). Er suchte nachzuweisen, daß in der Natur nirgends scharfe Trennungen, sondern überall allmähliche Übergänge der Formen und Baupläne sich vorfänden, so daß die Entstehung der Arten auf einer stufenweise fortgeschrittenen Entwicklung beruhend gedacht werden könne. Die von seiner Seite gegebenen Anregungen verschwanden jedoch alsbald fast spurlos und verhallten in der für die Erledigung dieser Frage noch nicht genügend vorbereiteten Zeit. Es bedurfte eines mehrfach wiederholten Pochens an die Tore der Zeit, besserer Vorbereitung, umfassenderer Grundlagen, um der Theorie Beachtung zu verschaffen.

Mit Befriedigung aufgenommen wurde indessen im Jahre 1811 der von Joh. Friedrich Meckel in den Beiträgen zur vergleichenden Anatomie Bd. 2 gegebene „Entwurf einer Darstellung

Digitized by Google

Fig. 41.
CHARLES ROBIN 1821—1885.

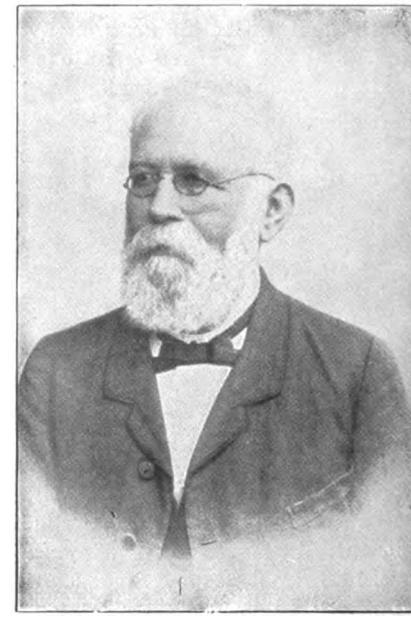


Fig. 42.
HERMANN WELCKER 1822—1897.

Fig. 43.
PAUL BROCA 1824—1880.

Fig. 44.
FRIEDRICH BIDDER 1810—1894.

Digitized by Google

der zwischen dem Embryozustand der höheren Tiere und dem permanenten der niederen stattfindenden Parallele". Doch ruhten im allgemeinen die Untersuchungen in dieser Richtung.

Um so gewaltiger war die Bewegung, welche der erneuerte Versuch einer Lösung dieser Frage durch einen Mann hervorbrachte, welcher das Licht der Welt erblickte im gleichen Jahre, in welchem Lamarck seine Philosophie zoologique veröffentlichte.

Charles Darwin (Fig. 31), aus Shrewsbury in England, Sohn eines Arztes, schöpfte die ersten Gedanken zur Entwicklung seiner Theorie, welche fortfährt, alle Naturforscher zu beschäftigen, auf einer in den Jahren 1831—1836 zu wissenschaftlichen Zwecken veranstalteten Reise um die Erde, bei welcher ihm die reichste Gelegenheit zur Beobachtung der Lebensverhältnisse und der Verbreitung von Tieren und Pflanzen geboten war. Nach seiner Rückkehr prüfte er die gewonnenen Anschauungen durch Beobachtungen bei Züchtungen der Haustiere und Gartenpflanzen und fand hierbei eine große Übereinstimmung mit der Art, wie auch in der Natur regelmäßig solche Umbildungen sich entwickeln. Nach langjähriger Prüfung veröffentlichte er endlich im Jahre 1859 sein Hauptwerk „On the origin of Spezies by means of natural selection". 1863 veröffentlichte Th. Huxley (Fig. 45) seine „Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur", worin zuerst die Darwinsche Lehre ausdrücklich auf den Menschen übertragen wurde. Indessen hatte man schon zuvor stillschweigend die Theorie auch auf den Menschen auszudehnen nicht vergessen.

Besonders hervorzuheben auf diesem Gebiete ist das berühmte Werk von Ernst Häckel: „Generelle Morphologie der Organismen" (1866).

Das Jahr 1871 brachte dann wieder von Darwin: „The descent of man and selection in relation to sex", deutsch von V. Carus.

Der Grundgedanke der Darwinschen Theorie besteht darin, daß Vererbung und Anpassung im Kampf ums Dasein die beiden großen Prinzipien sind, aus deren Wirksamkeit die Mannigfaltigkeit der Organismen sich hervorgebildet hat. Die höheren Organismen erscheinen in dieser Beleuchtung als umgewandelte Erzeugnisse der tieferstehenden, ohne daß eine da oder dort eintretende Rückbildung ausgeschlossen wäre. Sämtliche Organismen aber sind der Theorie zufolge untereinander mehr oder weniger verwandt. Die Vererbung tritt dabei auf als erhaltende, die Anpassung als umgestaltende Kraft, welche den tieferstehenden Organismus im Lauf der Zeiträume auf die möglichen Stufen höherer Vollkommenheit erhebt. Das Gemeinsame erscheint als ererbtes, das Unterscheidende als erworbenes Gut. Nicht nur der ganze Körper, sondern auch seine einzelnen Organe zeigen uns je eine besondere Geschichte. Die einzelnen Organe, wie der ganze Körper werden darum nicht allein nach ihren gegenwärtigen Zuständen und Leistungen, sondern vor allem nach ihrer Geschichte zu beurteilen sein. Die gegenwärtige Form kann im Lichte der Theorie nur aus ihrer Stammesgeschichte beurteilt werden.

Die Deszendenz-Theorie hat seit ihrem Auftreten in den Vorstellungskreisen verschiedener Forscher sich in verschiedener Weise weiter ausgebildet, wenn auch der Grundgedanke der Transmutation festgehalten worden ist.

Die Literatur der stammesgeschichtlichen Entwicklung ist außerordentlich umfangreich und in den Werken der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte nachzusehen.

VI. Stufe. Wir kommen jetzt zu der Betrachtung der letzten Stufe der Anatomie, der elementaren Stufe, wie man sie nennen muß.

So vielfältige und ausgedehnte Anwendung auch dem Mikroskop seit seiner Erfindung zuteil geworden ist, so dauerte es doch geraume Zeit, bis die allein durch seine Mitwirkung mögliche elementare Stufe ins Dasein gelangen konnte. Die Erkennung der Formelemente, aus welchen der pflanzliche und tierische Körper sich hervorbildet und auf späteren Stufen zusammengesetzt ist, gibt dieser Stufe den Namen.

Vorläufer der Kenntnis der Formelemente sind mehrfach vorhanden. Schon Leeuwenhoeck waren die Formelemente nicht gänzlich entgangen; er hatte sie „Klößchen" genannt, ein Ausdruck, der gleich einer Verurteilung über den bezüglichen Gebilden zu schweben schien. Zudem war ihm die Bedeutung jener Elemente völlig entgangen.

Nach anderen sollten die kleinsten Teile aus Kügelchen oder Körnchen bestehen, durch deren verschiedenartige Aneinanderlagerung wieder andere Gebilde hervorgehen. Am nächsten kamen der Erkennung des wirklichen Sachverhaltes die bereits genannten älteren Embryologen Wolff, Pander, Baer. Die Keimscheibe des eben gelegten Hühnereies besteht, wie Pander auf das deutlichste schildert, aus einer großen Anzahl zusammengeordneter Kügelchen, die sich vermehren und dadurch das Wachstum des ganzen Gebildes veranlassen. Allein von der Keimscheibe bis zum er-

Digitized by Google

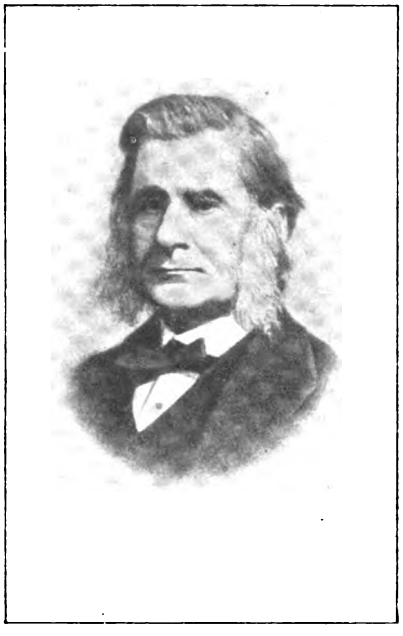


Fig. 45.
THOMAS HUXLEY 1825—1897.

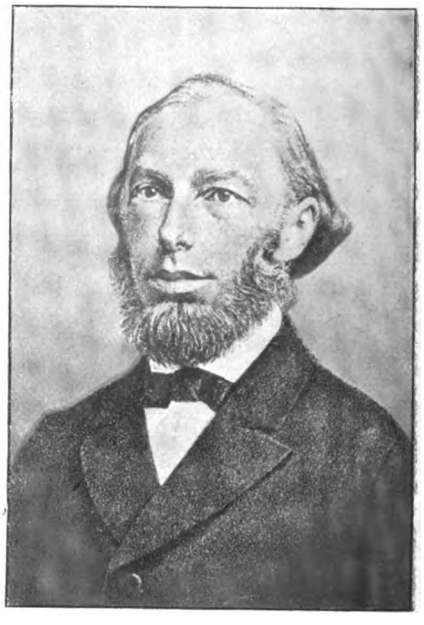


Fig. 46.
MAX SCHULTZE 1825—1874.

Fig. 47.
THEODOR MEYNERT 1833—1892.

Fig. 48.
ALBERT KÖLLIKER 1817—1905.

Digitized by Google

wachsenen Tier ist ein weiter Weg, und es blieb verborgen, wie es sich in der Folge mit den Kügelchen verhielt.

Am nächsten war Oken der Wahrheit gekommen, indem er kleine lebende Bestandteile, die er Infusorien nannte, als Grundlage der Zusammensetzung des Körpers annahm. Allein diese Auffassung verflüchtigte sich, da sie nicht ausführlicher begründet wurde, nur allzubald.

Leichter als bei den höheren Tieren lag die Aufgabe im Reich der Pflanzen.

Schon Robert Hooke, ein englischer Physiker, hatte 1665 am Hollundermark und bald an sehr vielen Pflanzen eine Zusammensetzung aus Elementen erkannt, welche er Cellulae nannte.

Auch Marcello Malpighi (1675 und 1679) und Nehemias Grew (1682) hatten eine weitgehende Kenntnis der pflanzlichen Elementarteile.[1]) Malpighi unterschied parenchymatöse und faserige Gewebe, schildert auch die Luftröhren und Milchgefäße. Grew vergleicht die Beschaffenheit parenchymatöser Gewebe mit Bierschaum.

Die ersten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts führten eine große Blüte der Pflanzenanatomie herbei. Hier sind Sprengel, Bernhardi, Treviranus, Rudolphi, Moldenhawer; später Mohl hervorzuheben. 1830 lautet der Begriff der Zelle folgendermaßen: „Eine Pflanzenzelle ist ein von einer vegetabilischen Membran umschlossener Raum".

Aus Meyens Phytotomie (1830) sei noch folgendes Zitat entnommen:

„Die Pflanzenzellen treten entweder einzeln auf, so daß jede Zelle ein eigenes Individuum bildet, wie bei Algen und Pilzen dies der Fall ist, oder sie sind in mehr oder weniger großer Masse zu einer höher organisierten Pflanze vereinigt; auch hier bildet jede Zelle ein für sich abgeschlossenes Ganzes; sie nährt sich selbst und verarbeitet den aufgenommenen rohen Nahrungsstoff zu den verschiedenartigen Stoffen und Gebilden."

Den Kern der Gewebezellen bei Mono- und Dikotyledonen hatte 1831 R. Brown aufgefunden. Die Teilung der Zellen scheint zuerst Dumortier 1832 an einer Fadenalge (Conferva aurea) beobachtet zu haben. Mohl verfolgte die Teilung 1835 genauer, ebenfalls an einer Fadenalge usw. Auch Meyen legt 1838 Gewicht auf die Zellteilung.

Im Jahre 1838 erschien Schleidens berühmt gewordener Aufsatz: Beiträge zur Phytogenesis. Hier wirft er u. a. die Frage auf: „Wie entsteht denn eigentlich dieser eigentümliche kleine Organismus, die Zelle?" Er findet den Kern konstant in allen jungen Zellen und wird dadurch auf den Gedanken gebracht, daß der Kern etwas mit der Genese der Zellen zu tun haben müsse. Das Ergebnis lautet endlich: Neue Zellen entstehen immer im Innern älterer Zellen. Zuerst sieht man im Grundstoffe Kernchen, dann den Kern. Von der Oberfläche hebt sich eine Membran blasenförmig ab, so ist die Zelle entstanden.

Auf die Botaniker hat Schleidens mit vielen Irrtümern und Mängeln behafteter Aufsatz keine bedeutende Wirkung ausgeübt, wohl aber auf einen jungen Anatomen, Schüler von Johannes Müller, Theodor Schwann, der zu dieser Zeit gleich Schleiden in Berlin lebte.

Schon 1839 erschien Schwanns Schrift „Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen", Berlin 1839, worin er nachzuweisen versucht, daß dasselbe Formelement auch die Grundlage des Tierlebens bilde, und daß aus der Veränderung und Umbildung dieser Bläschen oder Zellen die verschiedenartigen Gewebe und Organe hervorgehen.

Wohl fehlte noch viel im Ausbau des Einzelnen; es fehlte selbst nicht an starken Irrtümern im einzelnen, wie z. B. nach Schwann die Zellen im freien Blastem entstehen sollten. Allein die Grundlagen waren doch gewonnen.

Alle folgenden Untersuchungen führten nach mannigfachen Kämpfen schließlich zu der Überzeugung, daß von dem Ei an, welches eine Zelle ist, eine ununterbrochene Reihe von Teilungen dieser Zelle sich fortsetzt durch die ganze Entwicklungszeit hindurch. Die Zelle stellt dar den Elementarorganismus, den einheitlichen Formbestandteil im ganzen unendlichen Gebiete der Organisata, d. i. der Pflanzen und Tiere. Sie ist mit bestimmten Lebenseigenschaften begabt, von ihr leiten sich alle zusammengesetzten Gebilde des Organismus ab. Die auf niedrigster Stufe befindlichen lebenden Wesen sind auf der Stufe der einfachen Zelle stehen gebliebene Organismen. Diese Erkenntnisse bilden einen gewaltigen Fortschritt, wie nicht weiter ausgeführt zu werden braucht. Denn wenn die Zellen und ihre Abkömmlinge als die Bausteine der höheren Organismen gelten, so müssen sie auch als Träger des Lebens erscheinen; alle Verrichtungen des lebenden Körpers sind an sie gebunden und gehen von ihnen aus.

[1]) M Heidenhain, Schleiden, Schwann und die Gewebelehre. 1899.

Digitized by Google

Fig. 49.
CARL GEGENBAUR 1826—1903.

Fig. 50.
WILHELM HIS 1831—1904.

Fig. 51.
RUDOLF VIRCHOW 1821—1902.

Fig. 52.
KARL WILHELM v. KUPFFER 1829—1903.

Digitized by Google

Wie allmählich aus den Untersuchungen über die Zelle die umfassende Zellenlehre hervorging, so geschah es auch mit der Lehre von den Geweben, der Histologie. Cytologie und Histologie sind zu herrlichen selbständigen Wissenschaften aufgeblüht. Mit ihnen zusammen machte die vergleichende Anatomie bedeutende Fortschritte. Eine Menge scharfsinniger Forscher und tiefsinniger Gelehrter fanden ein ergiebiges Arbeitsfeld, welchem Fleiß und Genie reiche Schätze abgewannen. Die meisten von denen, welche in der letzten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts wesentlichen Anteil hatten an der Ausgestaltung dieser Disziplinen sind schon dahingeschieden. Ihre Namen sind mit der Entwicklung der Anatomie eng verbunden, ihnen werden viele grundlegende Tatsachen verdankt, die schöpferische Kraft ihrer Ideen aber wird noch lange Zeit sich geltend machen.

Von der Entwicklungsgeschichte hat sich ein neuer Zweig, die Entwicklungsphysiologie, Entwicklungsmechanik (Roux), abgetrennt. — Nachdem genügend Tatsachenmaterial gesammelt war, begann man nach den Ursachen zu fragen. Das Experiment gewann in der entwicklungsgeschichtlichen Forschung große Bedeutung. Zahlreiche, namentlich jüngere Forscher sind auf diesem neuerschlossenen Gebiet, als dessen Vorläufer Rauber anzusehen ist, an der Arbeit.

Am Schlusse dieses historischen Abschnittes angelangt, wird der aufmerksame Leser nicht umhin können, seinen Blick von der Vergangenheit und Gegenwart auf die Zukunft zu richten, um zu überlegen, wie sich etwa die Aufgaben der anatomischen Forschung für die nähere oder entferntere Zukunft gestalten mögen, ob schon jetzt solche Aufgaben sichtbar seien und vom Horizont der Gegenwart sich abheben.

Gar leicht könnte es dabei dem Nichteingeweihten scheinen, die Hauptsachen seien alle schon in unserem sicheren Besitz und höchstens noch Nebendinge zu besorgen. Allein wie sehr würde ein jugendlicher Beurteiler sich damit täuschen! Wo früher kaum einzelne Fragen vorlagen, da sind solche mit dem Fortschreiten der Wissenschaft jetzt zu Tausenden gleich Pilzen emporgeschossen. Wo hundert neue Tatsachen bekannt geworden sind, da sind zugleich Millionen von unbekannten Dingen an den überraschten Beobachter herangetreten.

Zu einer weiteren übersichtlichen Einführung in die gegenwärtige Sachlage können wir nichts Besseres tun, als den Studierenden hinzuweisen auf eine interessante Schrift von A. Kölliker, die schon früher erwähnt wurde: „Der jetzige Stand der morphologischen Disziplinen mit Bezug auf allgemeine Fragen", Jena 1887. Ferner sei hingewiesen auf die von G. Schwalbe herausgegebenen „Jahresberichte der Anatomie und der Entwicklungsgeschichte" und auf die von Fr. Merkel und R. Bonnet herausgegebenen „Ergebnisse der Anatomie und der Entwicklungsgeschichte".

Der Schluß des historischen Teiles fordert noch zu anderen Betrachtungen auf.

Die Geschichte der Anatomie ist eine so eigentümliche, daß man sich der Frage nicht erwehren kann, welches die Bedingungen gerade dieser Art des Ablaufes gewesen seien.

In erster Linie werden wir nicht darüber in Zweifel sein können, daß die Geschichte der Anatomie einen wichtigen Teil der Kulturgeschichte der Menschheit darstellt. Der gewaltige Anteil der Wissenschaft im ganzen an der Kultur des menschlichen Geschlechts ist leicht erkennbar und unbestritten; sie ist die Lichtträgerin im Dunkel der Zeiten, wie die Kunst den Blick in das Reich des Schönen führt. Wer aber den Anteil, welcher der Anatomie, und selbst allein der Anatomie des Menschen auf diesem Gebiete zukommt, nicht sofort zu würdigen vermöchte, dem wollen wir zu bedenken geben, daß, wenn irgendwo, so hier vor allem der Satz Geltung hat: Tua res agitur! Über das Wesen des Menschen, über sein Verhältnis zu dem übrigen belebten Naturteil, über seine Stellung im Reich der Schöpfung müssen wir, wenn irgendwo, bei ihr uns erkundigen. Was wäre das für eine stückweise Kultur, welche zwar beispielsweise Gemälde und Werkzeuge zu beurteilen und hervorzurufen verstände, aber über den Maler selbst und über den Werkmeister, über den Menschen als solchen nichts auszusagen wüßte.

Im Zusammenhang mit der übrigen Kultur hat sich auch, so sehen wir, die Anatomie mit ihren übrigen Bundesgenossen entwickelt. Anfangs wesentlich

Digitized by Google

Fig. 53.
WALTER FLEMMING 1843—1905.

Fig. 54.
PHILIPP STÖHR 1849—1911.

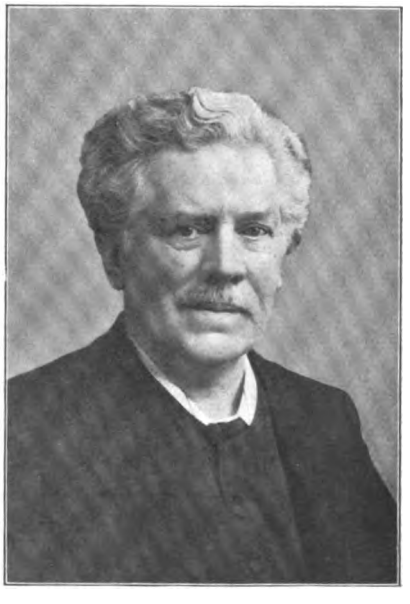


Fig. 55.
GUSTAV RETZIUS 1842—1919.

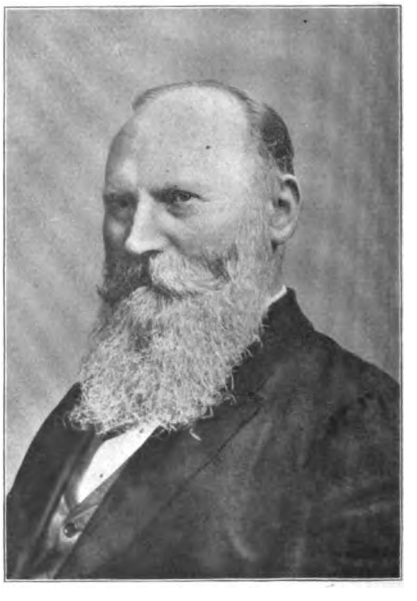


Fig. 56.
WILHELM WALDEYER 1836—1921.

Digitized by Google

mit der Heilkunde vergesellschaftet und gemeinsamen Weg gehend, aber doch auch früh schon dem freien Wissentriebe überlassen, hat sie sich unendlich langsam weitergebildet, mit langen Stillständen und Rückschritten, bis sie endlich in den letzten Jahrhunderten raschen Schrittes einholte, was ihr früher zu erreichen nicht beschieden war. Sie hat sich als Wissenschaft dabei gänzlich von der Heilkunde befreit, um ihr dadurch nur desto reichere Früchte in den Schoß zu schütten.

Fig. 57.

August Rauber 1841—1917.

Nicht allein der Heilkunde hat sie Förderung erwiesen und sich ihr unentbehrlich gemacht auf allen ihren Wegen, sondern allem, was mit der Menschheit in Zusammenhang steht, hat sie unendlichen Nutzen gebracht und nie versäumt, der Menschheit das vollkommene Bild des Menschen vorzuhalten.

Daß ihr Weg Jahrtausende hindurch so verlassen und öde war, kann nicht auffallen. Es ist der Weg der Naturwissenschaft im ganzen. Die Erkenntnis des Menschen ergibt sich nicht dem raschen, noch so sehnsuchtsvollen Andrängen, sondern es bedurfte zur Erreichung dessen, was bereits gewonnen ist, des Fortschrittes der gesamten, in näherem oder fernerem Umkreise sie umgebenden Naturwissenschaft.

Digitized by Google

Dritter Abschnitt.

Pflanze, Tier und Mensch.

Das Reich der Organisata, der Lebewesen (d. h. der belebte Teil der Natur, Pflanzen und Tiere), unterscheidet sich vom unorganischen Teil der Natur durch folgende Merkmale:

1. Die stoffliche Grundlage ist im Gegensatze zu den Grundstoffen und Stoffzusammensetzungen des unorganischen Naturteils das Protoplasma, sowie die Kern- und Zentralkörperchenstoffe.
2. Das Formelement ist die Zelle.
3. Als Äußerungen des Lebens sind hervorzuheben:
   a) Der Stoffwechsel, d. i. Aufnahme, Verarbeitung, Abgabe von Stoffen;
   b) das innere Wachstum, gegenüber dem Wachstum durch Anlagerung, wie bei den Kristallen;
   c) die Zellteilung und die Gewebebildung;
   d) die Reizempfindlichkeit und die Empfindung;
   e) die aktive Bewegung;
   f) die Fortpflanzung;
   g) der Tod, welcher typisch immer nur als partieller Untergang auftritt.

Die Unterscheidung der Lebewesen in Pflanzen und Tiere ist dem alltäglichen Leben entnommen; durchgreifende Unterscheidungsmerkmale sind nicht vorhanden, denn beide Reiche fließen in ihren niedersten Formen ineinander. Erst bei den höheren Formen wird der Gegensatz deutlich, und zwar um so mehr, je höhere Formen miteinander verglichen werden.

Da sehen wir denn, daß die Pflanze ohne Empfindung und willkürliche Bewegung ihre Organe im wesentlichen durch äußere Flächenentfaltung entwickelt, von unorganischen Stoffen lebt, aus der Kohlensäure der Luft den Kohlenstoff abspaltet und ihn zum Aufbau des Körpers benutzt, während der Sauerstoff, dessen sie nur in geringem Grade bedarf, frei wird.

Das Tier dagegen ist ein frei und willkürlich beweglicher, mit Empfindung begabter Organismus, welcher seine Organe im wesentlichen durch innere Flächenentfaltung entwickelt, unorganischer und organischer Stoffe zur Nahrung bedarf, Sauerstoff einatmet, unter dem Einfluß von Oxydationsvorgängen Spannkräfte in lebendige Kräfte umsetzt und Kohlensäure nebst stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukten ausscheidet.

Zum Tierreich gehört auch der Mensch, und zwar innerhalb des Stammes der Wirbeltiere zur Klasse der Säugetiere.

Digitized by Google

Über seine Stellung in der Klasse der Säugetiere ist man verschiedener Meinung. Während Cuvier, später auch Owen und andere, für den Menschen die besondere Ordnung der Bimana aufstellen, halten Huxley und seine Anhänger die Unterscheidungsmerkmale des Menschen von den anthropoiden Affen für geringer und anerkennen sie nur als Familiencharaktere, im Anschluß an Linné, welcher den Menschen mit den Affen zur Ordnung der Primaten vereinigte.

Die wichtigsten anatomischen Unterschiede zwischen dem Menschen und den anthropoiden Affen sind neben der gewaltigen Entwicklung des Gehirns und der Gestaltung des Schädels, der besonderen Ausbildung des Gebisses und des Kiefers, der aufrechte Gang, welcher die charakteristische Umbildung des menschlichen Fußes und die Befreiung der Hand von der Aufgabe der Lokomotion bedingte.

G. Schwalbe, Die Stellung des Menschen im zool. System. Straßburger med. Zeitg. 1904. — H. Klaatsch, Die Entstehung und Erwerbung der Menschenmerkmale. Fortschr. naturw. Forsch., Bd. 3., 1911.

Zurzeit ist die Frage nach den verwandtschaftlichen Verhältnissen des Menschen folgendermaßen zu beantworten: Der Mensch ist eine besondere Primatenform. Seine nahe Verwandtschaft zu den Menschenaffen zeigt sich in der großen Übereinstimmung der frühesten Embryonalformen sowie in der Unschädlichkeit der Bluttransfusion von Mensch auf Affe (Friedenthal).

Indessen stammt er von keiner der heute lebenden Primatenformen ab, sondern mit ihnen von einer gemeinsamen Urform (Klaatsch, Schwalbe). In manchen Punkten hat der Mensch das Bild der Urform besser bewahrt, als die übrigen Primaten, so in den Extremitäten (H. Klaatsch). In der mächtigen Ausbildung des Gehirnes dagegen hat er alle anderen Formen überflügelt. Sein Ursprung reicht bis in die Zeiten hoch hinauf und ist im Tertiär zu suchen. H. Klaatsch, Fossile Knochenreste des Menschen. Ergebnisse der Anatomie. 1899, 1902. — G. Schwalbe, Die Vorgeschichte des Menschen. Vortrag 75. Vers. d. Naturforscher und Ärzte. Naturwiss. Rundschau. 1903. — Derselbe, Über fossile Primaten. Straßburg 1909.

Über die Frage nach dem Ursprunge des Menschen sind im Laufe der Zeit drei Haupttheorien zutage getreten.

Dieselben sind in folgender Weise zu formulieren:

1. *Θεὸς ἄνθρωπον γεννᾷ.*
2. *Ἄνθρωπος ἄνθρωπον γεννᾷ.*
3. *Προάνθρωπος ἄνθρωπον γεννᾷ.*

Die erste dieser Theorien: Gott erschuf den Menschen, ist die älteste aller Theorien und insbesondere der Ausdruck der meisten religiösen Systeme.

Die zweite Theorie: der Mensch erzeugt den Menschen, ist von Aristoteles entwickelt worden. Es ist eine echt naturwissenschaftliche Theorie. Die Beobachtung ergibt, daß heutzutage wie seit Menschengedenken, der Mensch immer nur vom Menschen stammt. Diese jedem erkennbare Wiedererzeugung (Deuterogenesis) weist auch auf den ersten Ursprung hin. Denn der Mensch konnte niemals auf eine andere Weise entstehen, als er jetzt seine Entstehung nimmt. Die Protogenesis fällt mit der Deuterogenesis zusammen. Es folgt aus dieser Theorie, daß der Mensch niemals nicht vorhanden war; er ist immer gewesen wie das Weltall selber, er ist von Ewigkeit. In der Tat spricht Aristoteles in bestimmter Weise diese Folgerung aus.

Die dritte Theorie: der Vormensch erzeugte den Menschen, d. h. ein der Organisation des Menschen nahe-, aber tieferstehendes Wesen brachte den Menschen hervor, ist die neueste und wiederum eine echt naturwissenschaftliche

Digitized by Google

Theorie. Es ist die Theorie des Ursprungs der Arten durch Umwandlung niedriger in höhere Formen im Laufe der Zeit, sei es durch das Mittel der Vererbung und Anpassung im Kampf ums Dasein (dies ist die Darwinsche Theorie), oder aus inneren Ursachen, wie andere annehmen. Sagen wir daher allgemeiner; die dritte Theorie ist die der Transmutation. Diese Theorie steht der aristotelischen ganz nahe. Man darf glauben, daß, wenn Aristoteles sie gekannt hätte, er derselben einen hohen Rang eingeräumt haben würde; denn die Formen beider Zeugungen fallen miteinander zusammen. Auch in ihr fällt die Protogenese zusammen mit der Deuterogenese.

Welcher von diesen Theorien der höhere Wert beizumessen sei, darüber gehen die Anschauungen auseinander; wichtiger ist zunächst, daß wir sie alle drei als wertvolle Theorien anerkennen. Denn wenn auch wirklich die dritte mit ihren verschiedenen Arten sich zurzeit im Kreise der Kenner die meisten Anhänger erworben hat, so dürfen wir nicht aus dem Auge verlieren, daß auch diese Theorie einen großen Weltplan voraussetzt, nach dessen unendlichen Gesetzen der Ablauf sich vollzieht; sie steht also immer noch der Hauptsache nach unter der Wirksamkeit der Theorie Nr. 1.

Die Frage nach der Arteinheit des Menschen kann verschieden erledigt werden je nach der Auffassung des Artbegriffes. Da man zwischen Art und Rasse keine strenge Grenze ziehen kann, so begnügen wir uns, über die menschlichen Rassen das Folgende zu sagen:

Der Mensch hat sich durch seine Anpassungsfähigkeit und unterstützt durch seine geistige Befähigung fast über die ganze Erde ausgebreitet und bewohnt sie zurzeit in der ungefähren Anzahl von 1800 Millionen Individuen, wovon die Hälfte auf männliche, die andere Hälfte auf weibliche entfällt.

Da die Erde 144080000 qkm Festland enthält, so ergibt die Rechnung, daß zurzeit auf ein menschliches Paar ungefähr 0,16 qkm Festland entfällt.

Man kann entsprechend gewissen Unterscheidungsmerkmalen mehrere menschliche Rassen unterscheiden. Blumenbach unterschied gegen das Ende des 19. Jahrhunderts deren fünf und bestimmte sie nach der Beschaffenheit des Kopfes, der Form des Schädels, der Färbung der Haut und den Verhältnissen der Haare folgendermaßen:

1. die kaukasische Rasse, mit weißer Haut, blondem oder dunklem Haar, kugelig-gewölbtem Schädel, hoher Stirn, senkrechter Zahnstellung, schmaler Nase, länglich-ovalem Antlitz. Bewohner Europas, Westasiens und Nordafrikas. Ihr gehören die Volksstämme der Indogermanen oder Indoeuropäer (Germanen, Kelten, Hindus usw.), der Semiten (Juden, Araber, Berber usw.) und die Slawen an;
2. die mongolische Rasse, mit gelber Haut, fast viereckigem, kurzem Kopf, schmaler, flacher Stirn, stumpfer Nase, vorstehenden Backenknochen, breitem Gesicht, schiefstehender Lidspalte und straffem schwarzen Haar. Bewohner Asiens, Lapplands und des nördlichen Amerikas (Eskimos);
3. die äthiopische Rasse, mit schwarzer Haut, dichtem krausen Haar, schmalem langgestreckten Schädel, stark vorspringenden, schräg aufeinanderstoßenden Kiefern, dicken und wulstigen Lippen, kurzer stumpfer Nase, zurücktretender Stirn und Kinn, 75° Gesichtswinkel. Bewohner von Mittel- und Südafrika (Neger, Kaffern usw.);
4. die amerikanische Rasse, mit gelbbrauner oder kupferroter Haut, straffem schwarzen Haar, tiefliegenden Augen, vorstehenden Backenknochen, breitem Gesicht, schmaler Stirn, stumpfer, aber vorstehender Nase. Bewohner Amerikas;

Digitized by Google

5. die malayische Rasse, mit hellbrauner bis schwärzlicher Haut, dichten, schwarzen, lockigen Haaren, breiter dicker Nase, aufgeworfenen Lippen, vorstehenden Kiefern. Bewohner Australiens und des ostindischen Inselgebietes.

Andere Autoren nehmen 7, 12, 32 usw. Rassen an. Cuvier erkennt nur drei Rassen an, indem er auch auf die Kulturfähigkeit und Sprachunterschiede bei der Unterscheidung Gewicht legt[1]):

1. die weiße oder kaukasische,
2. die gelbe oder mongolische und
3. die schwarze oder äthiopische Rasse.

Die Rassen als solche sind nicht lebensfähig, sondern nur dadurch zu ausharrendem Dasein befähigt, daß mehr oder minder große Bruchstücke der Menschheit in staatlichen Verbänden verschiedenster Art zusammengefaßt leben. Die Zahl dieser Verbände ist zurzeit außerordentlich groß, doch mit steigender Tendenz zur Verringerung. Daran werden auch die Selbständigkeitsbestrebungen kleiner Gruppen nichts ändern.

Über die Beziehungen zwischen Rasse, Nation, Stamm und Staat vergleiche das interessante aber den gewaltigen Gegenstand nicht ganz beherrschende Werk: Walter Bagehot, Der Ursprung der Nationen, Leipzig 1874.

Wenn mit dieser Auseinandersetzung der Blick in die räumliche Ausbreitung und Rassenbildung des Menschengeschlechtes eröffnet wird, so ist ein Gleiches bezüglich der Zeitfrage erforderlich; mit anderen Worten, es ist zu betrachten, wie weit zurück in die Vorzeit der Ursprung des Menschen sich erstrecke, oder wenigstens nachweisbar sei, kurz, welches das Alter des Menschengeschlechtes sei.

Die Geologie weist nach, daß das Auftreten der verschiedenen Pflanzen- und Tierformen in bestimmten geologischen Zeitaltern erfolgt ist. Man vergleiche hierüber nachstehende graphische Darstellung, die dem Lehrbuche der Geologie von H. Credner entnommen ist.

Wir erkennen daraus, daß der Anfang des Menschengeschlechtes an das Ende der Tertiärperiode hinreicht, oder vielmehr, daß objektive Daseinsspuren des Menschen sich bisher nicht höher in die Zeiträume oder tiefer in die Schichtenfolge der Erde haben verfolgen lassen. Als solche objektive Daseinsspuren sind zu betrachten Skeletstücke des Menschen oder Erzeugnisse menschlicher Tätigkeit, wie Werkzeuge. In tieferen Schichten ist niemals eine Daseinsspur des Menschen bisher entdeckt worden, während doch Knochen usw. vieler Tiere häufig und an verschiedenen Orten aufgefunden worden sind. Die obertertiären Beweise des menschlichen Daseins sind an verschiedenen Orten nachgewiesen worden, so daß aus diesem Umstande auf eine damals bereits vorhandene räumliche Ausbreitung geschlossen werden muß.

---

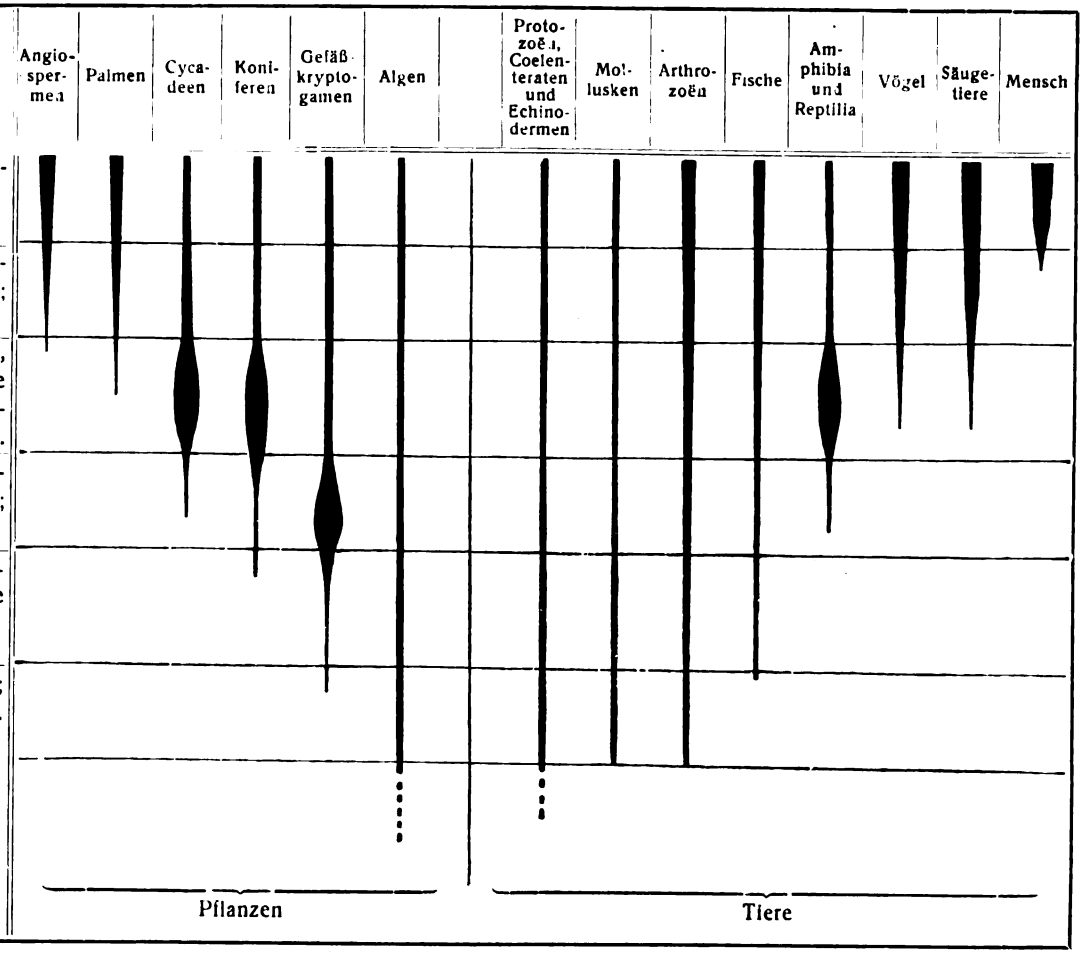
1) Fr. v. Hellwald, Die Volksstämme und ihre Zweige. Basel 1887. — O. Peschel, Völkerkunde. Leipzig 1874. — Fr. Ratzel, Völkerkunde (3. Bd.). Leipzig 1885—88. II. Aufl. 1895. — P. Topinard, Anthropologie, Paris. Auch ins Deutsche übersetzt. — W. L. H. Duckworth, Morphology and Anthropology. Cambridge 1904. — Th. Achelis, Moderne Völkerkunde. Stuttgart 1896. — Julius Kollmann, Über die Beziehung der Vererbung zur Bildung der Menschenrassen. Korrespondenzblatt der Deutschen anthropologischen Gesellschaft 1898. — W. Waldeyer, Universitäten und anthropologischer Unterricht. Korrespondenzblatt der Deutschen anthropologischen Gesellschaft 1899, Nr. 9. — R. Martin, Lehrbuch der Anthropologie. Jena 1914.

Digitized by Google

Graphische Darstellung

der allmählichen Entwicklung des organischen Lebens auf der Erde (nach Credner, Geologie, 7. Aufl.).

	Formation	Periode
Känozoische Formation	Alluvium	des Dominierens der Angiospermen, der Warmblüter, vorzüglich des Menschen.
	Diluvium Tertiär	des Dominierens der Angiospermen und der Säugetiere; der erste Mensch.
Mesozoische Formation	Kreide Jura Trias	des Maximums d. Koniferen, Cycadeen und Reptilien; die ersten Laubhölzer, Knochenfische, Vögel und Säugetiere.
Paläozoische Formation	Perm. karbonische Formation	des Maximums der Entwicklung der Gefäßkryptogamen; die ersten Vierfüßer.
	Devonische Formation	des Dominierens der wirbellosen Tiere; zieml. zahlreiche Knorpelfische; die ersten häufigeren Gefäßpflanzen.
	Silurische Formation Kambrium	der Algen u. wirbellos. Tiere; zu oberst die ersten vereinz. Fische und Gefäßpflanzen.
Archaische Formation	Ur-Schieferformation	der ersten, noch zweifelhaften Spuren organischen Lebens.
	Ur-Gneißformation	



Digitized by Google

Das Alter des Menschengeschlechtes in bestimmter Zahl auszudrücken ist dagegen nicht möglich, wenn auch verschiedene Vermutungen ausgesprochen worden sind, die außerordentlich weit voneinander abweichen. Die Frage nach dem numerischen Alter des Menschengeschlechtes ist in der Regel eine solche ungerechtfertigter Neugier, nicht so sehr aber der Wissenschaft. Nicht die Frage des Wann steht obenan in der Wertfolge der Fragen bezüglich des Ursprungs des Menschen, sondern diejenige des Wie. Wir werden daher gut tun, uns mit der Kenntnis des geologischen Alters des Menschengeschlechtes zu begnügen, soweit dasselbe bisher objektiv hat festgestellt werden können. Über diese und die damit zusammenhängenden Fragen handelt die wichtige und von keinem Studierenden zu versäumende Urgeschichte des Menschen, d. h. die Geschichte des Daseins und der Tätigkeit des Menschen in jenem ganzen Zeitraume, welcher der Erfindung und dem Gebrauch der Schrift vorausging[1]).

[1]) J. Ranke, Der Mensch. Leipzig 1894 (populär). — A. Rauber, Urgeschichte des Menschen. Leipzig 1884. — G. Schwalbe, Ziele und Wege einer vergleichenden physischen Anthropologie. Stuttgart 1899. — G. Schwalbe, Zur Frage der Abstammung d. Menschen. Zeitschr. f. Morph. u. Anthrop. 1906. Enthält die gesamte neuere Literatur. — M. Alsberg, Die Abstammung des Menschen und die Bedingung seiner Entwicklung.

Digitized by Google

Vierter Abschnitt.

Von den Formelementen.

A. Allgemeines und Morphologisches.

Tiere und Pflanzen sind aufgebaut aus gleichartigen meist nur mit Hilfe des Mikroskops wahrnehmbaren Elementareinheiten, welche mit einem aus früherer Zeit stammenden und auf irrtümlichen Vorstellungen beruhenden Namen als Zelle, Cellula, bezeichnet werden.

Ihre hohe allgemeine Bedeutung ergibt sich aus folgender Zusammenstellung:

1. der Körper der Pflanzen und Tiere besteht aus Zellen oder deren Erzeugnissen;
2. der Körper der Pflanzen und Tiere hat in Zellen (Ei- und Samenzelle) seinen Ausgangspunkt;
3. Die Zellen sind die Träger der Lebensfunktionen, sie sind die Lebenseinheiten (R. Virchow, Cellularpathologie);
4. die systematisch am tiefsten stehenden Organisata sind einzellige Wesen, (Unicellulaten, Protisten). Die höheren Organisata dagegen bestehen aus Zellverbänden; es sind Multicellulaten (Metaphyten nnd Metazoen).

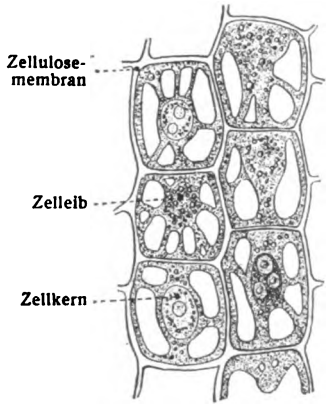


Fig. 58.
Pflanzenzellen (nach Sachs).

Hierbei ist zweierlei Auffassung möglich: Die Zellverbände sind zustande gekommen durch das Zusammentreten von Zellen, oder dadurch, daß eine wachsende einheitliche Masse durch Teilung in einen Verband von Einzelstücken sich gliederte. Das Einzelstück ist wiederum eine Zelle, obwohl nur ein Teil des Ganzen.

In jeder Zelle sind drei wesentliche Bestandteile vorhanden:

1. der Zelleib,
2. der Zellkern,
3. das Zentralkörperchen.

Dazu kommen noch eine Anzahl accessorischer Bestandteile wie Zellmembran und Zelleinschlüsse.

Die Zellmembran gehört nicht zum Wesen der Zelle, wie Schleiden und Schwann auf Grund der Untersuchung pflanzlicher Zellen annahmen, indem sie die Zelle definierten als ein kleines Bläschen, welches in einer festen Membran einen flüssigen Inhalt einschließt. Für die von einer festen Zellulose-Membran umgebenen Pflanzen-Zellen (Fig. 58) ist die Bezeichnung außerordentlich passend, bei tierischen Zellen aber wird man meist vergebens nach einer besonderen Membran suchen. An ihrer Stelle findet sich eine verdichtete äußere Grenzschicht des Zelleibes.

Beispiele tierischer Zellen mit deutlichen Membranen sind die Fettzellen; auch die Hülle der gestreiften Muskelfasern, das Sarcolemm, ist eine Zellmembran.

Digitized by Google

Man muß sich schon jetzt mit Hermann Lotze (Allgem. Physiol. d. körperlichen Lebens, Leipzig 1851) fragen, ob alles bekannte Leben an die Form der Zelle gebunden sei oder auch unter anderen Formen auftreten könne. Die Form ist eine flüssige, daß es sich mehr um den Stoff handeln wird, um diese Frage zu lösen. Alles bekannte Leben ist an das Protoplasma und an die Kernstoffe gebunden. Selbst die kleinsten Lebewesen, die Bakterien, lassen wie die neuesten Untersuchungen festgestellt haben, zweierlei Bestandteile erkennen, einen plasmatischen und einen nukleären, welcher tinktoriell die Nukleïnreaktion zeigt. Doch darf man auch hier nicht allein an einen chemischen Stoff, sondern an einen besonderen morphologischen Bau denken; andererseits hat ein solcher Minimo-Nucleus noch lange nicht den Kernbau höherer Formen. Dennoch muß man hiernach die Bakterien als Zellen ihrer Art, als Minimo-Cellulae betrachten.

Die Grundform der Zelle ist die Kugel; jedoch besitzen die Zellen der Metazoën meist eine abweichende Gestalt. Es gibt ellipsoidische, pyramiden-, säulen-, scheiben- und sternförmige Zellen der verschiedensten Art.

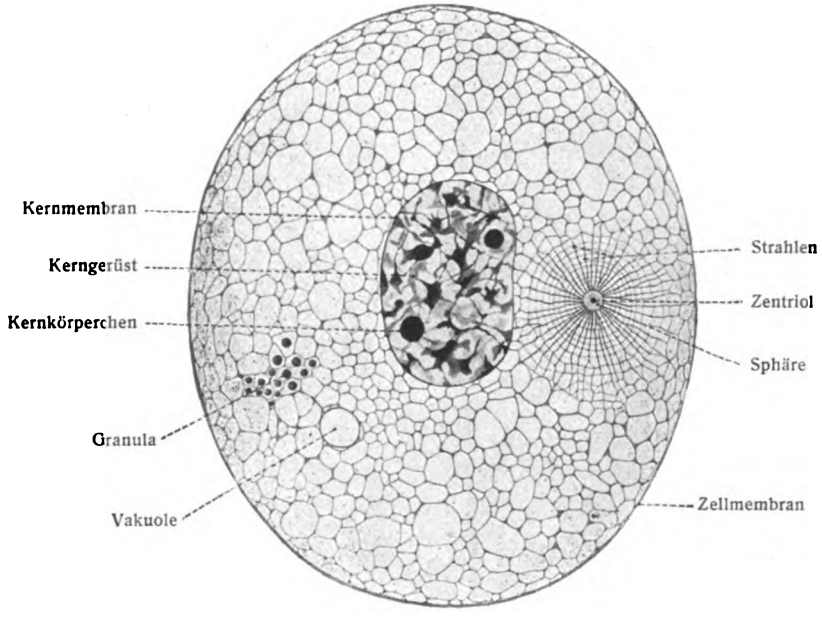


Fig. 59.
Schema einer Zelle mit wabiger Struktur des Protoplasma.

Koltzoff (Anat. Anz., 41. Bd., 1912) erklärt die von der Kugelgestalt abweichenden Zellformen durch die Ausbildung bestimmter (Skelet-) Strukturen, welche dem flüssigen Protoplasma eine bestimmte äußere Form verleihen. — Gegen diese Auffassung siehe Bethe (Anat. Anz., 40. Bd., 1911).

Die durchschnittliche Größe ist ungefähr 20 μ. Sie sinkt bei Blutzellen und lymphoiden Zellen herunter bis auf 2—6 μ, noch weiter bei gewissen Mikroorganismen, und erreicht bei anderen Zellen riesige Ausdehnungen, sei es in allen drei Dimensionen des Raumes, wie bei den Eiern der Fische, Amphibien und Vögel, oder im wesentlichen in der Längenausdehnung, wie bei den Nervenzellen, welche mit ihren Axenzylinderfortsätzen sich vom Rückenmark bis zu den Fingern und Zehen erstrecken, also meterlang sind.

1. Der Zelleib.

Chemische und physikalische Beschaffenheit: Der Zelleib besteht aus Protoplasma.

Digitized by Google

Protoplasma oder Cytoplasma ist nicht die Bezeichnung eines chemisch einheitlichen Stoffes, sondern ist ein morphologischer Begriff. Es besteht aus einer Anzahl von Eiweißkörpern (im wesentlichen Plastin, sowie Globuline, Albumosen und Albumine), viel Wasser und einigen Salzen. Dazu kommen noch Stoffwechselprodukte progressiver und regressiver Art. Die Reaktion ist alkalisch; es besitzt eine gleichartige, zähflüssige Beschaffenheit, quillt mit Wasser auf, gerinnt beim Erhitzen.

Struktur: Eine wichtige Frage ist, ob das Protoplasma nur in Form einer Lösung und innigen Mischung seiner einzelnen Bestandteile in der Zelle vorhanden ist, oder ob ihm eine besondere Struktur zukommt. Schon Hermann Lotze hat auf die Bedeutung dieses Umstandes hingewiesen, und man muß ihm darin beipflichten, es sei wahrscheinlicher, daß das Protoplasma nicht eine Lösung sei, sondern eine bestimmte Struktur besitze. Das Vorhandensein eines bestimmten Baues wird heute wohl von niemand geleugnet. Der Streit betrifft vielmehr die Art der Struktur: ob es sich handelt um einen spongiösen Bau (Frommann, Schmitz, Leydig), um Wabenstruktur (Bütschli) oder um Fäden und Zwischenfadensubstanz (Flemming). Zu diesen drei Theorien kommt dann noch die eigenartige Granulatheorie von Altmann.

Die Entscheidung ist bei der Schwierigkeit der Untersuchung schwer zu treffen, doch scheinen mir physiologisch-chemische Tatsachen (vgl. S. 57 Hofmeister) sehr zugunsten der Wabentheorie zu sprechen. Erschwert wird die Entscheidung dadurch, daß 1. die von den einzelnen Untersuchern bei verschiedenem Material mit verschiedenen Methoden gefundenen Strukturen nicht vergleichbar sind, denn der eine beschreibt die einzelnen Zimmer des Hauses (d. h. der Zelle), der andere den Bau der Wände und ihren Aufbau, der dritte gar die Struktur der einzelnen Bausteine und den Mörtel und daß es 2. sehr schwierig ist, die besonderen Strukturen, welche durch Zellteilung und Zellfunktion bedingt sind, zu erkennen und richtig zu bewerten im Hinblick auf die allgemeine Struktur des Cytoplasma. — Heidenhain (Plasma u. Zelle, Bd. II, 1911) bezeichnet schon jetzt die Netz- und Fädchentheorien als Durchgangsstufen unserer Erkenntnis.

Der Inhalt der erwähnten vier Theorien kann kurz folgendermaßen dargestellt werden:

1. Nach der Anschauung von der netzigen oder spongiösen Struktur befindet sich im Protoplasma ein feines Netzwerk von Fäserchen, in dessen Lücken Flüssigkeit (Paraplasma, Kupffer) vorhanden ist.

2. Flemming nimmt eine Fädchensubstanz und eine Zwischensubstanz, Filar- und Interfilarsubstanz, an. Er glaubte anfangs, daß erstere aus selbständigen Einzelfäden bestehe, überzeugte sich aber später (1894) von ihrer netzigen Anordnung.

3. Nach Bütschli ist der Bau des Protoplasma ein schaumiger und erinnert an ein Wabenwerk. Diese Vorstellung entspricht ganz einer von Rauber (Morph. Jahrb. 8. Bd., 1883) selbst schon zuvor vorgetragenen Ansicht, welche die pflanzlichen Zellen zum Ausgangspunkt der Betrachtung nahm. Indessen ist mit dieser Aufstellung nur ein Teil der Frage des Protoplasmabaues beantwortet. Bezüglich der Stränge und Platten, aus denen die einzelnen Wabenwände bestehen, kehrt die Frage in derselben Weise wieder, und es handelt sich um den Nachweis, ob sie aus einer Lösung bestehen, oder ob in ihnen noch eine besondere Struktur enthalten ist. Die im Protoplasma nachgewiesenen Fäden und Körnchen müssen jedenfalls zum großen Teil in ihnen liegen.

4. Die vierte Theorie (Altmann) stützt sich auf den Nachweis von kleinen

Digitized by Google

kugeligen Gebilden im Zelleib, welche der Autor als Granula bezeichnet. Sie sind die wahren Elementarorganismen, die „Bioblasten", und das Protoplasma ist nichts als eine Kolonie dieser Gebilde, deren einzelne Elemente in Gruppen

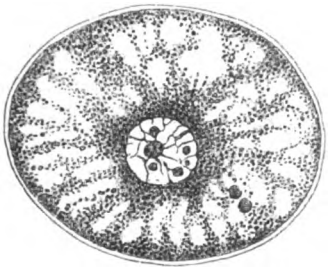


Fig. 60.

Fig. 60. Reifendes Ei aus dem Ovarium der Fledermaus, Schnittpräparat, 330 : 1, mit vakuolenhaltigem **trabekulären Protoplasma** (aus Rauber, Morph. Jahrb. VIII. 1883, Neue Grundlegungen usw.).

Fig. 61.

Fig. 61. **Radiäre (Teilungs-) Struktur des Protoplasma.** Furchungskugel von Gobius niger. Schnittpräparat. (aus Retzius, Biol. Untersuchungen, Bd. XVI, 1911).

oder Fäden durch eine gallertartige Ausscheidungssubstanz ihres Körpers miteinander verbunden und zugleich getrennt sind.

Nach neueren Untersuchungen sind die Granula konstante Strukturelemente des Protoplasma. Sie sind in der lebenden Zelle (Ehrlich, Arnold, Fischel)

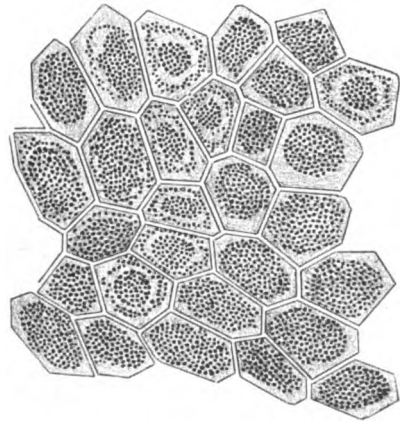


Fig. 62.

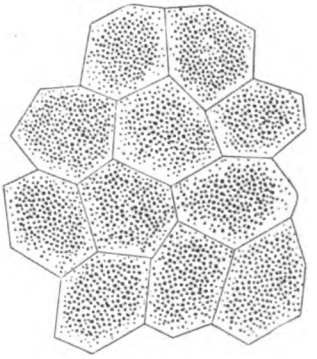


Fig. 63.

Fig. 62. **Granula** von einer mit Neutralrot gefärbten lebenden Salamanderlarve, Abschnitt einer vor und unter dem Auge gelegenen Hautstelle. ca. 400 : 1. (A. Fischel, 1901.)

Fig. 63. **Granula** in den Epithelzellen einer mit Neutralrot und Methylenblau gefärbten Salamanderlarve. ca. 400 : 1. Die Mehrzahl der Granula ist rot, etwa $^1/_4$ blau gefärbt. (A. Fischel, 1901.)

mit Methylenblau, Neutralrot, sowie zahlreichen anderen Farbstoffen darstellbar; doch muß man verschiedene Arten von Körnchen unterscheiden.

Den durch vitale Färbung darstellbaren Körnchen stehen gegenüber die bei der Fällung der Albumosen durch die Fixierungsmittel künstlich erzeugten Granula (A. Fischer, Fixierung usw. des Protoplasmas, Jena 1899). Es ist sicher, daß ein großer Teil der von Altmann beschriebenen

Digitized by Google

Granula nicht in der lebenden Zelle vorhanden ist, sondern erst durch die zum Zwecke der mikroskopischen Untersuchung vorgenommene Fixierung der Zellen künstlich erzeugt wird.

Die im Zelleib der verschiedenen Zellen gefundenen Einschlüsse, welche unter dem Namen Mikrosomen, besser Plasmosomen, zusammengefaßt werden, kann man in folgender Weise einteilen.

I. Aposomen (Abkömmlinge des Protoplasma), z. B. Muskelfibrillen, Nervenfibrillen, Fetttropfen, Lipoid-, Sekret-, Glykogen-, Eleïdin-, Pigmentkörnchen, Kristalle, Kristalloide usw.

II. Allosomen (von außen eingedrungene oder aufgenommene Körper) Spermien, Blutkörperchen, Bakterien usw.

Zu Fäden aneinandergereihte Mikrosomen sind die zuerst von Brunn 1884 und durch La Valette St. George 1886 beschriebenen, von Benda als Mitochondrien, Fadenkörner (*μίτος*, Faden, *χόνδριον*, Korn), von anderen als Chondriosomen bezeichneten Gebilde. Sie wurden von Benda außer in Hodenzellen auch in zahlreichen Körperzellen nachgewiesen, dann

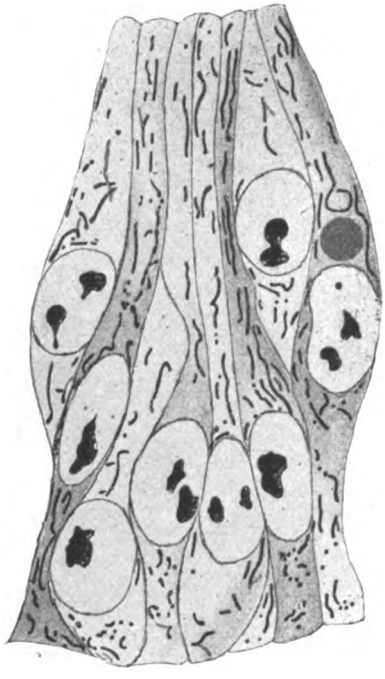


Fig. 64.

Fig. 65.

Fig. 64. **Plastokonten.** Fig. 65. **Plastochondrien.**

Fig. 64. Gruppe von Ektodermzellen (aus dem Medullarrohr) eines Hühnerembryo von 27 Stunden (8 Ursegmenten). Fig. 65. Eine Entodermzelle (aus Meves, Arch. mikr. Anat., 72. Bd., 1908.)

von Meves an Hodenzellen verschiedener Tiere genauer untersucht. Später sind sie in vielen Zellen des erwachsenen und embryonalen Körpers dargestellt worden (vergl. Duesberg). Meves nennt (1907) Fäden und Stäbe, welche zwar mit den zur Darstellung der Mitochondrien geeigneten Methoden intensiv färbbar sind, aber eine Zusammensetzung aus Einzelkörnern nicht erkennen lassen, Chondriokonten (*κοντός*, Stange, Stab). Neuerdings schreibt Meves diesen Gebilden, die er als spezifische Bestandteile der Zelle ansieht, eine große Bedeutung zu als Vererbungsträger des Protoplasma und bezeichnet sie deshalb als Plastosomen; körnige Plastosomen werden Plastochondrien, fädige Plastosomen werden Plastokonten genannt; die früheren Bezeichnungen Chondriokonten und Chondriosomen werden aufgegeben. „Die Plastosomen sind (Meves, Arch. mikr. Anat., 85. Bd., 1914, S. 298) Körner oder Fäden spezifischer Natur, welche vielfach schon intra vitam sichtbar sind; sie sind in allen Zellen des embryonalen und in zahlreichen des ausgewachsenen Körpers vorhanden; sie liegen zwischen den Strahlungen oder zwischen den an Stelle der Strahlungen eventuell vorhandenen Fadengerüsten, welch letztere hinsichtlich ihrer Vitalität zweifelhaft sind: sie werden durch stärkere Säuren oder stärker sauere Fixierungsmittel gelöst; sie können durch geeignete Methoden . . . . für sich allein dargestellt werden; sie gehen bei der Teilung von der Mutterzelle auf die Tochterzellen über; sie bilden nach einer großen Anzahl von Autoren das Anlagematerial für die verschiedensten Differen-

Digitized by Google

zierungen, welche im Lauf der Ontogenese auftreten; männliche Plastosomen werden bei der Befruchtung mit dem Spermium in das Ei übertragen usw."

Wassermann leugnet die Kontinuität der Plastosomen; sie sind weder Grundelemente des Plasmas noch Träger der Vererbung.

Duesberg, J., Plastosomen „Apparato reticolare interno" und Chromidialapparat. Merkel & Bonnet. Ergebnisse. 20. Bd., 1912. — Meves, F., Die Plastochondrien in dem sich teilenden Ei von Ascaris megalocephala. Arch. mikr. Anat., 84. Bd., 1914. — Derselbe, Verfolgung des Mittelstückes des Echinidenspermiums durch die ersten Zellgenerationen des befruchteten Eies. Ebenda, 85. Bd., 1914. — Meves u. Tsukaguchi, Über das Vorkommen von Plastosomen im Epithel von Trachea und Lunge. Anat. Anz., 46. Bd., 1914. — Meves, F., Was sind die Plastosomen? Arch. mikr. Anat., 85. Bd., 1914. — Derselbe, Dasselbe II. Ebendort, 87. Bd., 1915. — Derselbe, Eine neue Stütze für die Plastosomentheorie der Vererbung. Anat. Anz., 50. Bd., 1918. — Derselbe, Über Umwandlung von Plastosomen in Sekretkügelchen . . . Arch. mikr. Anat., 90. Bd., 1918. — Derselbe, Die Plastosomentheorie der Vererbung. Ebendort, 92. Bd., 1918. — Derselbe, Über Samenbildung und Befruchtung bei Oxyuris ambigua Arch. mikr. Anat. 94. Bd., 1920. — Möllendorff, W. von, Zur Morphologie der vitalen Granulafärbung. Arch. mikr. Anat., 90. Bd., 1918. — Schultze, O., Über die Lokalisation der Gestaltungs- und Betriebsfunktion innerhalb des Protoplasmas. Sitzber. phys.-med. Ges., Würzburg 1916. — Wassermann, F., Die Neubildung von Plastosomen . . . . Sitzber. Ges. Morph. Phys., München 1920.

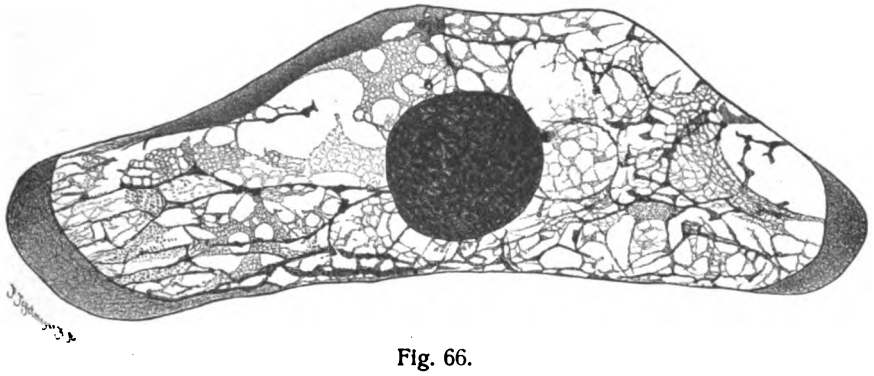


Fig. 66.

Äußere Grenzschicht und Protoplasmastruktur einer Leberzelle von Proteus. 1000:1. Die Grenzschicht kommt rechts und links in der Aufsicht zum Vorschein. (M. Heidenhain, 1900.)

Als besondere Organe des Zelleibes werden bezeichnet Sekretvakuolen, binnenzellige Sekretkapillaren, das Binnennetz, der Nebenkern.

Die Sekretvakuolen der Drüsenzellen sind kleine, meist kugelige, mit Sekret oder Exkret gefüllte Hohlräume, welche ihren Inhalt an der freien (der Drüsenlichtung zugekehrten) Zelloberfläche entleeren.

Binnenzellige Sekretkapillaren der Drüsenzellen sind einfache oder verzweigte, manchmal sogar netzförmig angeordnete Kanäle des Zellprotoplasma, welche auf der freien Oberfläche ausmünden. (Abt. IV, Fig. 134.)

Ein vielleicht allen Zellen zukommendes, endozellulares Organ, über dessen Bedeutung noch nichts Sicheres gesagt werden kann, ist das „Binnennetz" (Kopsch). Es ist wohl identisch mit Golgis „Apparato reticolare interno", vielleicht auch mit Holmgrens Trophospongium. Es sind netzige Bildungen im Zelleib, welche zuerst an Nervenzellen dargestellt, später aber auch in vielen Körperzellen gefunden wurden. (Genaueres siehe bei Nervengewebe.)

Als Nebenkern werden sehr verschiedenartige Bildungen innerhalb des Protoplasma bezeichnet. Es sind dichtere, besonders färbbare Teile des Zellprotoplasma in der Nähe des Kerns.

Digitized by Google

Ob alle diese Bildungen (Nebenkern, Binnennetz, Mitochondrien, Trophospongien) nur verschiedene Erscheinungsformen desselben Zellbestandteils oder ob sie verschiedene Zellorgane sind, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

Über andere Protoplasma-Einschlüsse und Differenzierungen siehe unter Gewebe.

Eine selbständige Zellmembran, d. h. eine vom Protoplasma deutlich abgegrenzte geschlossene häutige Grenzschicht fehlt, wie schon oben bemerkt wurde, den meisten tierischen Zellen. Sie wird ersetzt durch eine dichtere äußere Grenzschicht des Protoplasma. (Fig. 66.) Deutliche isolierte Zellmembranen sind vorhanden bei Fettzellen, gestreiften Muskelfasern, Eizellen.

Fr. E. Schulze hat besondere Namen für die verschiedenen Formen der Zellmembranen eingeführt. Pellicula ist eine die Zelle allseitig umschließende Hülle; Cuticula bezeichnet eine nur an dem freien Teil der Zelloberfläche befindliche, gegen das Protoplasma wohl abgegrenzte Schicht Crusta wird eine festere Grenzschicht genannt, die allmählich in das Protoplasma übergeht.

2. Der Zellkern (Nucleus).

Definition: Der Zellkern ist eine vom Protoplasma unterschiedene und in gewissem Grade abgegrenzte Menge besonderer chemischer Körper (Kernsubstanzen), welche unter sehr verschiedenen Formzuständen innerhalb der Zelle vorhanden ist (O. Hertwig, Zelle).

Die ihn bildende Substanz wird als Karyoplasma (κάρυον = Kern) dem Cytoplasma gegenübergestellt.

Die Gestalt des Kerns ist außerordentlich verschieden. Sie ist meist kugelig (Figg. 71, 72), ei- oder linsenförmig, doch kommen auch walzenförmige, ausgebuchtete, nierenförmige (Fig. 75), gelappte (Fig. 67), verästelte und rosenkranzartige Formen vor.

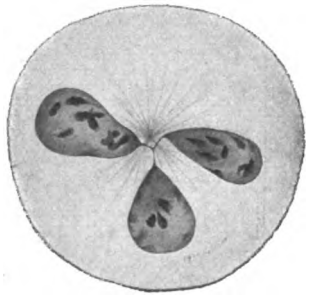


Fig. 67.
Gelappter Kern eines farblosen Blutkörperchens von Salamandra.

Lage: Er befindet sich zumeist in der Nähe des Zellmittelpunktes, doch kann er auch mehr oder weniger exzentrisch liegen, sowie seinen Ort verändern.

Seine Größe steht im allgemeinen in einem gewissen Verhältnis zur Größe der Zelle; sie beträgt im Mittel 4—9 μ. Beim Menschen findet man die größten Zellkerne im Ei (45 μ) und in den Spinalganglienzellen.

Zahl: Meist hat jede Zelle nur einen Kern. In manchen Zellen werden jedoch in höherem oder geringerem Prozentsatz zwei Kerne angetroffen, z. B. Leberzellen, Fettzellen. Bei anderen Zellarten ist ein solcher Befund seltner, so in Eiern, Ganglienzellen. Für bestimmte Zellarten ist der Besitz einer großen Zahl von Kernen, „Vielkernigkeit", eine charakteristische Eigenschaft, so bei den Riesenzellen (Milz, Knochenmark, Geschwülste).

Kernstruktur: Der Kern besteht aus Kernmembran, Kerngerüst, Kernkörperchen und Kernsaft. Sein Bau erinnert an den der Zelle insofern, als die Membran (welche auch fehlen kann) den aus den drei anderen Teilen zusammengesetzten Kerninhalt (Karyoplasma) umschließt.

Die Kernmembran ist meist sehr fein und darum schwer nachzuweisen,

Digitized by Google

sie fehlt bei vielen Kernen wohl völlig, bei anderen dagegen (Nervenzellen) ist sie auch am frischen Präparat deutlich zu sehen und wie bei den Amphibieneiern durch Präparation darstellbar (Figg. 68, 69). Bei letzteren gelingt es sogar, mit Hilfe von

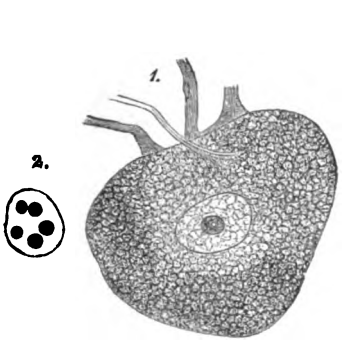


Fig. 68.

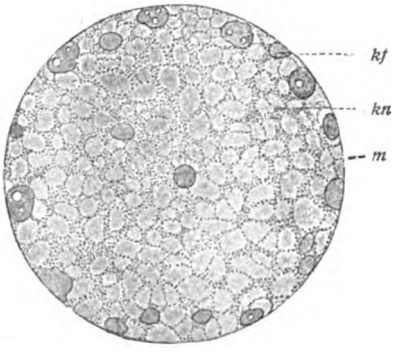


Fig. 69.

Fig. 70.

Fig. 68. **Kern mit Kernmembran und Kernkörperchen.** Ganglion semilunare vom Kalb. Vergr. 570. 1. Eine Ganglienzelle mit vier Fortsätzen. 2. Ein Kern einer Ganglienzelle isoliert mit fünf Nucleoli. (Von A. Kölliker.)

Fig. 69. **Kern mit Kernmembran.** Keimbläschen eines noch unreifen kleinen Froscheies. Es zeigt in einem dichten Kernnetze *(kn)* sehr zahlreiche meist wandständige Keimflecke *(kf)*; *m* Kernmembran. (O. Hertwig.)

Fig. 70. **Chromatinfaden** im ruhenden Zellkern aus dem Hoden des Salamanders. (W. Flemming.)

Präpariernadeln den Kern des unreifen Eies (das Keimbläschen) zu isolieren, die Membran zu zerreißen und den Inhalt des Bläschens zum Ausfließen zu bringen. Die Membran soll mit Andeutungen von Poren versehen sein.

Das Kerngerüst, aus Linin und Nucleïn bestehend, tritt in den mannigfachsten Formen auf. Die Unterschiede betreffen nicht allein Tierart und Gewebsart, sondern es sind auch Veränderungen nach Alter bezw. Entwicklungsstufe bei derselben Zelle vorhanden, welche sich zeigen in der Dichtigkeit, Färbbarkeit,

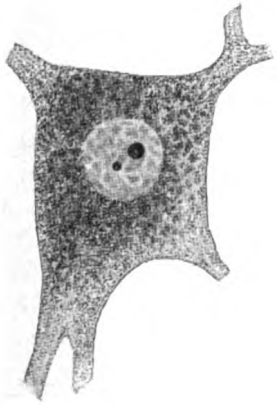


Fig. 71.

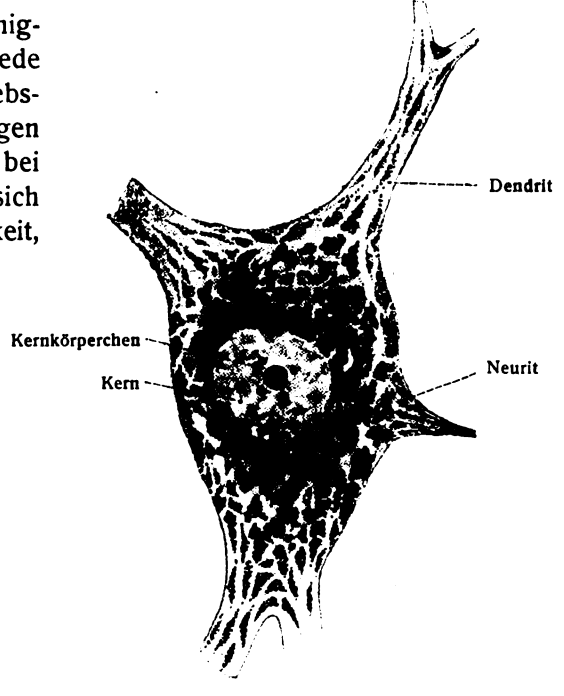


Fig. 72.

Fig. 71. Nervenzelle mit bläschenförmigem Kern und **zwei** kugeligen ungleich großen **Kernkörperchen.**

Fig. 72. Nervenzelle mit bläschenförmigem Kern und **einem** zentral gelegenen kugeligen **Kernkörperchen.**

Digitized by Google

Zahl und Größe der Netzknoten u. a. m. Eine weit verbreitete Form des Kerngerüstes ist die Anordnung in wabiger bezw. netziger Art. An den Knotenpunkten des Netzes liegen größere oder kleinere Ansammlungen von Nucleïn, welche als Netzknoten (Flemming) von den Nucleolen unterschieden werden müssen. In anderen Kernen sind Linin und Nucleïn in Form eines oder mehrerer Fäden vorhanden. Oft durchziehen mehrere Fäden in verschlungenen Windungen den Kern in der Nähe der Peripherie. Von den Fäden können mehr oder minder zahlreiche Seitenäste abgehen, welche die Fäden zu einem Gerüst mit stärkeren und feineren Spangen verbinden.

Die Lagerung der Fäden kann derartig sein, daß deutlich polare Unterschiede zum Ausdruck kommen; die Fäden bilden alsdann je eine Schleife, deren Scheitel einem Pol der Zelle, dem Polfeld, zugewendet ist, während die Schleifenenden der Gegenpolseite zustreben. Die einzelnen schleifenförmigen Fäden, deren Anzahl bestimmt ist, sind dabei durch zahlreiche Seitenreiser untereinander verbunden; letztere werden als sekundäre Fäden von den stärkeren primären Fäden unterschieden (Rabl).

Die Kernkörperchen (Nucleoli) sind einzeln oder zu mehreren innerhalb des Kerns vorhanden. Sie bestehen aus Paranucleïn und färben sich nicht mit den gewöhnlichen Kernfarbstoffen. Sie sind meist kugelrunde Körper, welche auch in der lebenden Zelle deutlich gesehen werden können. Ihre Stellung in chemischer und physiologischer Beziehung zum Chromatin des Kerngerüstes ist noch wenig geklärt.

Die „Keimflecke" der unreifen Eier, welche von mancher Seite auch als Nucleolen bezeichnet werden, unterscheiden sich von den echten Nucleolen durch ihr Verhalten gegen die gewöhnlichen Kernfarbstoffe, welche sie im Gegensatz zu den Nucleolen aufnehmen. Besonders große und am frischen Präparat unschwer sichtbare Nucleoli sind in den Spinalganglienzellen vorhanden.

Ob der Kernsaft eine spezifische Flüssigkeit ist, dürfte zurzeit schwer zu entscheiden sein. Bei den mit einer porenlosen Membran umhüllten Kernen könnte es der Fall sein, weil die porenlose Membran dialysierend wirkt. Bei membranlosen oder mit durchlöcherter Membran versehenen Kernen brauchen Kern- und Zellsaft nicht wesentlich verschieden zu sein, denn durch die Poren ist eine direkte Verbindung des Kernsaftes mit dem Zellprotoplasma möglich.

Chemische Zusammensetzung: Der Kern besteht aus zwei bis vier Nucleo-Proteïden. Die beiden wesentlichsten sind:

1. das Chromatin (Nucleïn), 2. das Paranucleïn (Pyrenin).

Dazu kommen noch:

3. das Linin, 4. das Amphipyrenin, 5. der Kernsaft.

Von diesen Körpern überwiegt das Chromatin an Menge bei weitem.

Chromatin ist diejenige Substanz, welche nach der (chemischen) Fällung die sogenannten Kernfarbstoffe intensiv aufnimmt (Flemming, Arch. micr. Anat., 18. Bd., 1880) durch Essigsäure (1—50 Proz.) gefällt wird, sich in Alkalien löst, durch Pepsin-Salzsäure nicht, durch Trypsin jedoch verdaut wird.

Die Bezeichnung Chromatin ist jedoch ebensowenig wie das Wort Protoplasma der Name für einen einfachen chemischen Körper, sondern ein morphologischer Begriff. Es besteht aus Albuminen, sowie Nucleïn bezw. Nucleïnsäure in wechselnder Menge.

Im Verhältnis zu dem Gehalt an letzteren beiden Stoffen ändert sich sein Verhalten gegenüber sauren Farben, so daß A. Fischer den Begriff des Chromatins folgendermaßen faßt: „Chromatin ist die nucleïnsäurehaltige, färbbare Substanz des Zellkerns, die mit steigen-

Digitized by Google

dem Gehalt an Nucleïnsäure immer schlechter sich mit sauren Farben in wäßriger Lösung färbt." Der färberische Nachweis von Chromatin bzw. Nucleïn kann mit einiger Sicherheit nur durch Methylgrün in saurer Lösung geführt werden. Alle anderen sogenannten Kernfarbstoffe färben auch andere Bestandteile der Zellen.

Das Paranucleïn ist die Substanz der Kernkörperchen. Es unterscheidet sich vom Chromatin durch verschiedenes chemisches und färberisches Verhalten.

Während diese durch Essigsäure (1—50 Proz.) deutlicher wird, quellen die Paranucleïnkörperchen auf; sie sind ferner schwer löslich in Trypsin, unlöslich in denjenigen alkalischen Lösungen, welche das Chromatin lösen. Sie färben sich besser mit sauren Farblösungen und nehmen einige Farbstoffe (Eosin, Säurefuchsin) stärker an.

Der Unterschied im färberischen Verhalten des Chromatins und Paranucleïns wird ausgedrückt durch die Schlagworte: das Chromatin ist basophil, das Paranucleïn aber acidophil. (Näheres über diese noch sehr unklaren und umstrittenen Verhältnisse siehe bei Fischer.)

Das Linin (Plastin) ist diejenige Substanz des Zellkerns, in welcher das Nucleïn eingelagert ist. Es färbt sich nicht mit den gewöhnlichen Kernfarbstoffen.

Aus Amphipyrenin besteht die Kernmembran.

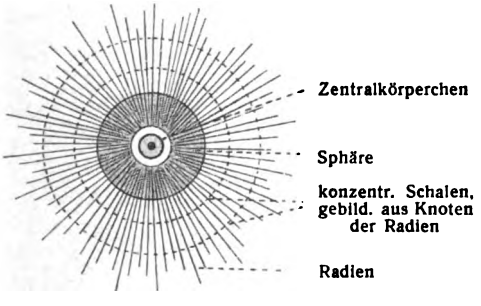


Fig. 73.

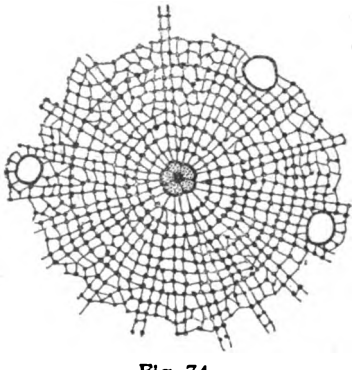


Fig. 74.

Fig. 73. **Schema für den Bau der Zentrosphäre.**

Fig. 74. **Feinere Struktur der Zentrosphäre und des Aster.** (Schema von Erlanger, 1897.)

Der Kernsaft befindet sich in größerer oder geringerer Menge in den Maschenräumen des Kerns. Er enthält Eiweißkörper, welche beim Fixieren in Granulaform ausfallen.

Die Frage, ob es kernlose Elementarorganismen gibt, welche in der früheren Zeit bejahend beantwortet wurde, hat mit der Verfeinerung der Hilfsmittel mehr und mehr eine verneinende Beantwortung erfahren. Bei vielen niederen Pflanzen und bei Protozoen, in denen es früher nicht gelang, Kerne nachzuweisen, sind sie jetzt dargestellt worden. Selbst bei den Mikroorganismen hat man teils Kerne nachgewiesen, teils mindestens Gebilde, welche sich chemisch und färberisch gleich den Granula der Kerne verhalten, während die sie einschließende Substanz den protoplasmatischen Charakter besitzt. So zuerst Bütschli an Oscillaria, Bacterium lineola usw.

Bei Protozoen ist nach Calkins (Ann. N.-York. Akad. XI. 1898) die einfachste Form der verteilte Kern, welcher aus im Zelleibe verstreuten Körnern besteht. Ein höherer Typus ist der intermediäre Kern, bei welchem die Chromatinkörner an einer Stelle zusammengehäuft sind. Eine Kernmembran kann vorhanden sein oder fehlen. Kerne vom Metazoentypus, mit deutlichem Liningerüst, in dessen Fäden das Chromatin eingelagert ist, kommen gelegentlich vor.

Der Nachweis von der Kernnatur eines Zellinhaltskörpers ist nach dem oben über das chemische und färberische Verhalten des Chromatins bzw. Nucleïns Gesagten nicht lediglich durch Anwendung eines chemischen Reagens zu erbringen. Selbst der Wert des Methylgrüns in saurer Lösung, welches bisher als bestes Mittel zum Nachweis von Chromatin galt, wird neuerdings von Fischer bezweifelt.

Ausgehend von der Festellung, daß die Bezeichnung Chromatin ein morphologischer Begriff ist, mit nichten aber einen chemischen Stoff bezeichnet, werden wir den Beweis von der Kernnatur

Digitized by Google

eines Zellinhaltskörpers nur durch den Nachweis einer Summe von morphologischen und chemischen Eigenschaften führen können, welche den meisten Kernen eigen sind. — Kopsch, Fr., Über den Thrombocytenkern. Internat. Monatsschr. Anat. Phys., 21. Bd., 1905. — Lee und Meyer, Mikroskopische Technik. 2. Aufl., Berlin 1901. — Pratje, A., Die Chemie des Zellkernes. Biol. Zentralbl., 40. Bd., 1920. — Derselbe, Zur Chemie des Noctiluca-Zellkernes. Zeitschr. f. Anat. u. Entwgesch., 62. Bd., 1921.

3. Die Zentrosphäre und das Zentralkörperchen.

Eduard van Beneden entdeckte die Zentrosphäre im Jahre 1876 zuerst an Eiern der Dicyemiden, darauf 1883 bei Ascaris.

Zentrosphären sind kleine Zellorgane von meist rundlicher Gestalt, welche im Protoplasma liegen, ursprünglich aber vielleicht vom Kern der Zelle ausgegangen sind. Sie bestehen aus einer gegen Farbstoffe besonders reagierenden Anhäufung von Plasma, Archoplasma (Boveri), in welchem ein an der Grenze der Sichtbarkeit stehendes Korn von starkem Lichtbrechungsvermögen, Zentralkörperchen (Flemming, 1891) oder Centriolum (Boveri, 1895) genannt, liegt[1]). Statt eines einzigen werden sehr oft auch zwei Zentriolen oder deren

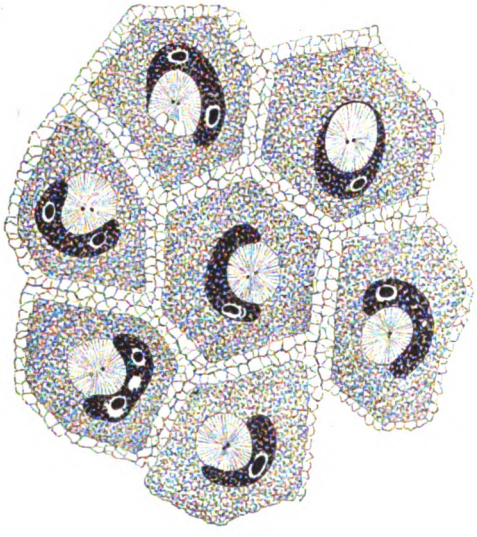


Fig. 75.

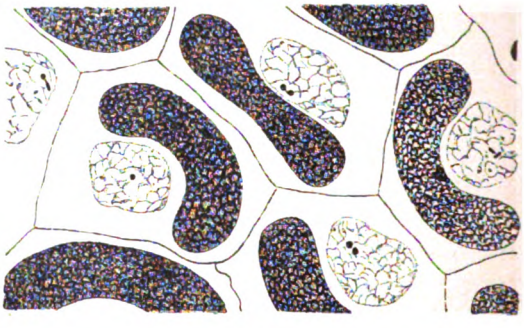


Fig. 76.

Fig. 75. **Zentrosphäre und Zentriolen** des Salpenepithels. (Von E. Ballowitz, 1898.)

Fig. 76. **Zentrosphären mit 1—3 Zentriolen.** Endothelzellen der Lamina elastica posterior corneae einer 3—4jähr. Katze. (E. Ballowitz, 1900.)

mehrere gefunden. Die nächste Umgebung der Zentralkörper ist ein schmaler, heller Plasmahof; diesem folgt nach außen ein dunkler, körnerreicher Plasmahof von größerer Breite, der sich in den übrigen Zelleib unmittelbar fortsetzt. Der dunkle Hof führt den Namen Sphäre. Die Zentrosphäre ist der Ausgangspunkt einer starken radiären Plasmastrahlung, eines Aster, wie man diese Strahlung nennt; sie setzt sich durch den dunklen Hof in den Zelleib fort. Die Zentrosphären haben die wichtige Aufgabe, die Teilung ihrer selbst, die Teilung des

[1]) Viel Verwirrung hat auf diesem Gebiet der verschiedene Gebrauch der Bezeichnungen Zentralkörper, Attraktionssphäre, Zentriol, Zentralkorn angerichtet. Die hier befolgte Bezeichnungsweise von Zentralkörperchen und Zentriol entspricht den Namen von Meves (vgl. Artikel Zellteilung in Merkel und Bonnets Ergebnissen. VIII, 1899, ferner Meves, Über die Frage, ob die Zentrosomen Boveris als allgemeine und dauernde Zellorgane aufzufassen sind, Verhandl. anat. Ges., 1902), welche auch Heidenhain (Plasma und Zelle, Jena 1907) anwendet. — E. Ballowitz, Über Sichtbarkeit und Aussehen der ungefärbten Zentrosomen in ruhenden Gewebszellen. Zeitschr. wiss. Mikroskopie, 1897.

Digitized by Google

Zellkernes und die Teilung des Zelleibes einzuleiten: sie stellen die Teilungsorgane der Zelle dar.

Deswegen hat man das Zentralkörperchen auch als Kinozentrum bezeichnet, im Gegensatz zum Kern, dem Chemozentrum. Dagegen ist zu sagen, daß auch ohne Vorhandensein von Zentralkörperchen Protoplasmabewegungen stattfinden können, wie abgeschnittene Pseudopodien beweisen, deren Bewegung noch längere Zeit andauert.

Das Zentralkörperchen tritt nicht erst bei der Teilung auf, sondern ist auch im Ruhezustand der Zellen vorhanden. Wir haben es deshalb oben neben Zellleib und Zellkern als wesentlichen Bestandteil der Zelle aufgeführt. Als Beispiele seien angeführt Leukocyten (Figg. 67, 75), Epithelzellen (Fig. 77), Bindegewebszellen (Fig. 76). Es liegt häufig in einer Einbuchtung des Kerns.

Sogar in Nervenzellen sind Zentralkörperchen gefunden worden (vgl. weiter unten bei Nervenzellen), obwohl es wenigstens bei den höheren Tieren zweifelhaft ist, daß die Nervenzellen im postfetalen Leben selbst unter dem Einfluß eines äußeren Reizes sich noch teilen können.

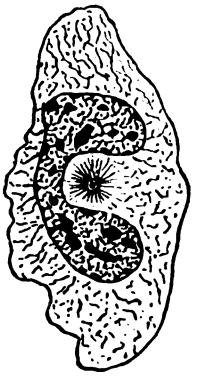


Fig. 77.

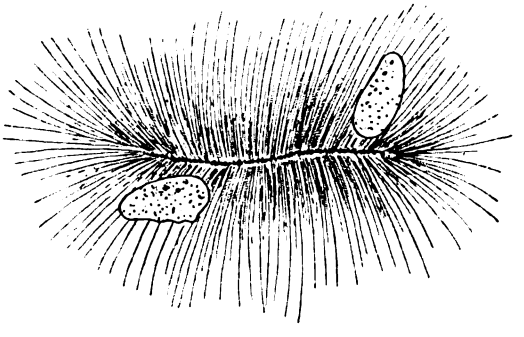


Fig. 78.

Fig. 77. Leukocyt aus dem Peritonaeum einer Salamanderlarve. Das **Zentralkörperchen** in der strahligen Sphäre ist von einem hellen Hof umgeben. (W. Flemming.)

Fig. 78. **„Zentralstab"**, d. i. stabförmiges Zentralkörperchen und Kerne einer gelben Pigmentmasse von Sargus. (K. W. Zimmermann.)

Zahl und Form der Zentriolen wechseln. Je nach der Tier- oder Gewebsart (vielleicht sind auch zeitliche Unterschiede vorhanden) findet man ein, zwei (Diplosomen) oder drei Zentriolen von meist kugelrunder Gestalt. „Zentralstäbchen", d. h. langgestreckte stabförmige Zentriolen sind zuerst von Zimmermann in den gelben Pigmentzellen eines Knochenfisches, später von anderen Autoren in den männlichen Geschlechtszellen verschiedener Tiere gefunden worden.

Ob der Zentrosphäre oder dem Zentriol die größere morphologische und physiologische Bedeutung zukommt, wird noch umstritten. Meves und andere legen das Hauptgewicht auf das Vorhandensein des Zentralkörpers, weil bei den Teilungen der Gewebszellen wohl Zentralkörper, meist aber keine Sphären vorhanden sind.

M. Heidenhain, Plasma und Zelle, Jena 1907. — Henneguy, La Cellule. — O. Hertwig, Die Zelle. Jena. G. Fischer. — H. V. Wilson, The Cell.

B. Lebenseigenschaften der Zelle.

Die Zelle ist, sagt R. Virchow in seiner Zellular-Pathologie, die „wahrhaft organische Einheit", von ihr geht „alle Tätigkeit des Lebens" aus. Wir werden deshalb erwarten müssen, alle Lebenserscheinungen, welche wir am Tierkörper kennen, bei ihrem einzelnen Teil, der Zelle, wiederzufinden.

Digitized by Google

Man unterscheidet vegetative und animalische Zellfunktionen. Letztere sind nervöse und motorische; erstere beziehen sich auf den Stoffwechsel und das Wachstum, auf die Zellbildung und Zellvermehrung, auf die Differenzierung sowie auf die Lebensdauer der Zellen.

1. Nervöse Funktionen.

Das lebende Protoplasma ist im hohem Grade sensibel und reagiert lebhaft auf chemische und physikalische Reize. Besonders empfindlich ist das Protoplasma gegenüber der Temperatur. Ein gewisser Grad von Wärme gehört zum Ablauf aller Lebenserscheinungen; doch sind ein Optimum; Maximum und Minimum zu unterscheiden. Kälte hebt nicht notwendig die Lebenstätigkeit des Protoplasma auf, wenn sie auch alle Lebenserscheinungen zu unterdrücken vermag.

Wärme beschleunigt auch im tierischen Organismus die chemische Arbeit, und zwar um das Zweiundeinhalbfache für je 10°, siehe Peter: Der Grad der Beschleunigung tierischer Entwicklung durch erhöhte Temperatur. Arch. Entwickelmech., 20. Bd., 1905.

Gewisse chemische Substanzen, welche in bestimmter Richtung die Zelle treffen, wirken je nach ihrer Konzentration entweder abstoßend oder anziehend auf Zellen ein: Erscheinungen, welche als negativer und positiver Chemotropismus bezeichnet werden. In dieselbe Reihe gehören auch die vom Lichte ausgeübten Wirkungen: Heliotropismus. Ferner vermögen Zellen auf Zellen anziehend oder abstoßend zu wirken. An aufeinander wirkenden Furchungskugeln (Furchungssegmenten des Eies) hat die Erscheinung der Wirkung von Zellen auf Zellen, Segmentalattraktion und Segmentalrepulsion von Rauber (Morph. Jahrb., 8. Bd., 1883) genannt, durch Roux den Namen Cytotropismus erhalten und zu interessanten experimentellen Studien Veranlassung gegeben.

Man hat mit vollem Recht begonnen, psychische Studien an Protisten zu machen. Bei Protisten sind die nervösen Funktionen der Erwartung nach noch am einfachsten gestaltet und haften zugleich am ganzen Wesen, das nur aus einer einzigen Zelle besteht. So wird sich nach und nach eine vergleichende Psychologie herausbilden. Bei höheren Organismen sind die nervösen Funktionen an besondere Organe und Systeme gebunden, mit bedeutenden Unterschieden in den einzelnen Organen. Aber auch bei den höheren Organismen darf man nicht aus den Augen lassen, daß sie aus einer Zelle oder aus der Verschmelzung zweier Zellen hervorgegangen sind und daß längere Zeit hindurch, auch nach dem Hervortreten der Medullaranlage nervöse Funktionen nicht zutage treten, bis allmählich solche in einer gewissen Stufenfolge sich einstellen. Die bisher an Tieren und Embryonen gemachten Beobachtungen sind sehr zerstreut und würden eine Sammlung und Sichtung wohl verdienen. Es kann auf sie hier nicht weiter eingegangen werden.

Bethe (Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Leipzig 1903) tritt auf gegen die Bezeichnung „nervöse Erscheinung" für Auslösungserscheinungen bei einzelligen Wesen. Er schlägt dafür den Ausdruck „Antitypie" vor.

2. Motorische Funktionen.

Alles Protoplasma ist kontraktil, doch in verschiedenem Maße, je nach der Zellart.

Die bekannten Bewegungsformen teilt man ein in

a) Protoplasmabewegung,
b) Geißel- und Flimmerbewegung.

a) Innerhalb der ersten Gruppe kann man wieder diejenigen Erscheinungen, welche mit einer Formänderung des Zelleibes einhergehen, unterscheiden von

Digitized by Google

den Bewegungen des Zellinhaltes, welche die Gestalt der Zelle nicht verändern. Die „Protoplasmaströmung" kommt hauptsächlich vor bei den starrwandigen Pflanzenzellen und tritt als ein Strömen des gesamten wandständigen Protoplasma längs der Zellwand (Rotation) oder als eine Bewegung in verschiedener Richtung längs der die Zelle durchsetzenden Protoplasmastränge auf (Zirkulation).

Die interessanteste und für die Erklärung physiologischer und pathologischer Vorgänge wichtigste Bewegungsform ist die „amoeboide Bewegung", welche darin besteht, daß an der Zelloberfläche kleine Fortsätze von Protoplasma, Pseudopodien oder Scheinfüßchen, austreten. Dieselben vergrößern sich oder können wieder eingezogen werden, worauf an einer anderen Stelle der Oberfläche das Spiel von neuem beginnt. Die Bildung der Pseudopodien erfolgt derart, daß zuerst etwas körnerfreies Protoplasma ausgestreckt wird. Nach einiger Zeit folgt mit einem gewissen Ruck eine größere oder geringere Menge des Körnerplasma nach. Wenn die Pseudopodien nicht wieder eingezogen werden, sondern der größere Teil der Zelle sich an den Ort des ausgestreckten Fortsatzes begibt, so geht aus der Formänderung eine Ortsveränderung hervor, wie am schönsten an den einzelligen Amoeben zu beobachten ist, nach denen diese ganze Bewegungsform ihren Namen erhalten hat. Von den Zellen der höheren Tiere zeigen am besten diese Bewegung die farblosen Blutkörperchen. (Siehe unter Blut Fig. 152.)

In Pigmentzellen von Knochenfischen ist die Kontraktilität des Protoplasma an der strömenden Bewegung der Pigmentkörnchen außerordentlich schön zu zeigen (Ballowitz, Archiv. Physiol., 157. Bd., 1914).

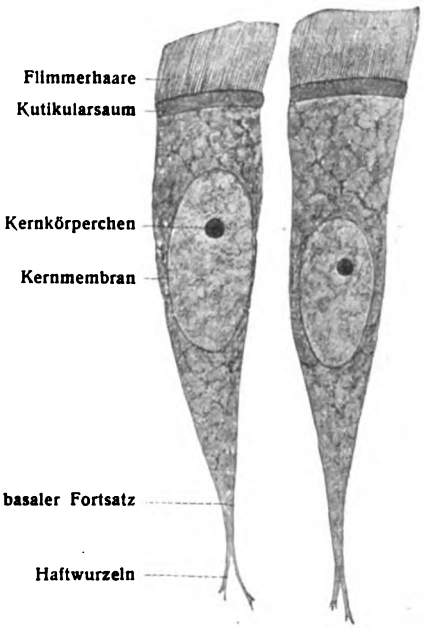


Fig. 79.

Isolierte Flimmerzellen vom Gaumendach des Frosches.

b) Die Geißel- oder Flimmerbewegung wird durch besondere äußere Organe der Zellen ausgeführt. Diese Fortsätze sind bei verschiedenen Zellen- bezw. Tierarten einzeln oder zu zwei, zu mehreren bis zahlreichen vorhanden. Sie bestehen aus einer hellen Substanz und besitzen eine gewisse Festigkeit, sie schlagen nach einer bestimmten Richtung und bewegen dadurch den Zellkörper selbst vorwärts, wie es bei den Samenfäden, den Spermien, sowie zahlreichen niederen Tieren der Fall ist, oder sie bewirken bei festsitzenden Zellen Massenbewegungen von Substanzen, welche in ihren Bereich gelangen. Ein sehr lehrreiches Beispiel für letzteres ist die Bewegung des Schleims und der darin eingeschlossenen Fremdkörper innerhalb der Luftröhre und ihrer Verästelungen in der Richtung zum Kehlkopf. Hieraus erkennt man die hohe Bedeutung dieser Bewegungsform für den tierischen Organismus.

Über die Ursache und die Mechanik dieser Protoplasmabewegungen ist zurzeit nichts Sicheres bekannt. Hinsichtlich der mechanischen Verhältnisse spielen wohl eine große Rolle besondere fadenförmige Elemente, welche die Bewegung vermitteln. Endlich kann die Hauptmasse des Protoplasma

Digitized by Google

der Zellen besondere Differenzierungen eingegangen sein, in welchen die allgemeine Eigenschaft der Bewegungsfähigkeit in außerordentlich gesteigertem Maße sich geltend macht, wie bei den verschiedenen Arten der Muskelzellen; denn Protoplasmaströmung, amoeboide Bewegung, Flimmer- und Geißelbewegung und Muskelkontraktionen sind eine Gruppe zusammengehöriger Vorgänge. Auf einen interessanten Fall von Kontraktilität machte Wiedersheim aufmerksam, der am lebenden Tiere Nervenzellen sich bewegen sah. Die Eigenschaft der Kontraktilität des Protoplasma in allen genannten Richtungen weist überall auf besondere Strukturverhältnisse hin, worauf vor allem von Engelmann die Aufmerksamkeit gerichtet worden ist. Wäre das Protoplasma einfach eine flüssige Substanz, so würden die Eigentümlichkeiten seiner Kontraktilität nicht verständlich sein.

3. Funktionen des Stoffwechsels und Wachstums.

a) Stoffwechsel.

Man kann mit Pflüger sagen: Das Leben ist ewiges Werden und ewiges Vergehen in einer ganz eigentümlich zusammengesetzten Materie.

Der Stoffwechsel besteht in Stoffaufnahme, Stoffumwandlung und Stoffabgabe gasförmiger, flüssiger, fester Körper. Nur einzelne Zellenarten sind indessen eingehender auf diese Verhältnisse untersucht, so die Eizellen. Wie leicht begreiflich, werden auch in dieser Richtung fortgesetzte Studien an Protisten und Embryonen sich wichtig erweisen. Die durch den eingeführten Sauerstoff vor sich gehenden Zersetzungen machen die Einführung geeigneter Materialien zum Wiederersatz erforderlich; aber auch die Vorgänge des Wachstums allein stellen diesen Anspruch. Die drei Hauptbedingungen für das Zustandekommen eines normalen Stoffwechsels sind: Integrität der Zelle, geeignetes Ernährungsmaterial und ein Optimum von Wärme. „Daß so wenig Wärme ausreicht, das Pulver des Lebens zu entzünden", bemerkt Pflüger, „liegt darin, daß die Stoffe der Zellen, welche hier in Betracht kommen, in labilem chemischen Gleichgewichte sind, wie ein auf der Spitze balanziertes Messer. Die kleinste Erschütterung hebt dieses Gleichgewicht auf, ähnlich, wie es bei vielen explosiven Substanzen der Fall ist. Wenn man mit der Spitze einer Nadel über den entblößten Muskel streift, zuckt derselbe, bildet sofort Kohlensäure, saugt begierig Sauerstoff auf, erzeugt Wärme und Elektrizität."

Die der tierischen Zelle in der Nahrung sich darbietenden Stoffe müssen in ihrer chemischen Zusammensetzung nahe übereinstimmen mit den Stoffen, aus welchen die Zelle besteht. Anders ist es, wie schon früher erwähnt wurde, bei den pflanzlichen Zellen, soweit sie synthetische Arbeit zu verrichten haben. Dem Paraplasma kommt, wie es scheint, bei der Ernährung der Zellen die unmittelbare Aufgabe zu, als eine Lösung von Eiweiß und anderen Nährstoffen die organisierten Fasern der Zelle und des Zellkerns, beide als die eigentlichen Träger des Lebens, zu umspülen, ihnen das erforderliche darzubieten, Verbrauchtes aufzunehmen und osmotisch weiterzuschaffen.

In welcher Weise die einzelnen Zellen dem Lymph- und Blutstrom ausgesetzt sind, um die Aufgaben des Stoffwechsels zu ermöglichen, davon kann erst an späterer Stelle die Rede sein.

Die Stoff-Umwandlungen, welche in den Zellen vor sich gehen, sind mannigfaltiger Art und fallen für die Untersuchung zum Teil der physiologischen Chemie anheim. Ein anderer Teil dieser Umwandlung wird uns alsbald bei Betrachtung der Differenzierung der Zellen als Bildung im Innern, an der Oberfläche und außerhalb der Zellen entgegentreten. Von einer großen Gruppe

Digitized by Google

von Umwandlungen ist an dieser Stelle hervorzuheben, daß ihre Erzeugnisse die Zellen verlassen und in verschiedener Weise Verwendung finden, oder aber aus dem Körper entfernt werden. Letzteres ist der Fall mit dem Heer der eigentlichen Zersetzungsprodukte, wie Harnstoff, Harnsäure, Kohlensäure usw., aber auch mit solchen Umwandlungsprodukten, welche noch bestimmten Aufgaben dienen, wie bei der Milch. Besondere Verwendung für den eigenen Körper finden Drüsen sekrete, wie die Galle, welche in den Zellen der Leber bereitet wird, wie der Magensaft, den die Drüsenzellen des Magens bereiten, wie das Sekret der Speicheldrüsen, wie der Hauttalg, der von den Talgdrüsen der Haut gebildet wird.

Um den Chemismus im lebenden Protoplasma ist es eine sehr schwierige Angelegenheit. Die Hauptunterscheidungsmerkmale zwischen der Chemie des Anorganismus und der Chemie des Organismus klarzulegen, unternahm im Jahre 1894 C. Wendt, welcher unter Chemie des Organismus gerade die auf den zerklüfteten Bau des Protoplasma sich gründenden spezifischen, individuellen Kapillarreaktionen im Protoplasma versteht. Als Erfordernisse jeder gewöhnlichen chemischen Reaktion zählt er auf: die Berührung zweier verschiedenartiger Stoffe; Lösungs- bezw. Leitungsmittel; elektrisches Strömen; Volumänderung; Änderung der Wärmeenergie; chemische Massenwirkung. Eines dieser unbedingten Erfordernisse, nämlich die chemische Massenwirkung, ist bei den spezifischen Reaktionen im Protoplasma nicht vorhanden. Demgemäß kommt bei diesen Organismus-Reaktionen kein chemisches Gleichgewicht zustande; eine Ausgleichung der Atomenenergie, ein Maximum der Entropie ist nicht möglich. Die spezifische Protoplasmareaktion in der Protoplasmakapillare gegenüber der Massenreaktion in der Retorte des Chemikers kommt einem Einzelturnier der Atome bezw. Radikale in einem Engpasse gegenüber einer Heerschlacht auf weiter Wahlstatt gleich. Der Sieger im Einzelkampfe nimmt die besiegten Atome in seinen Heerbann auf und so wird die unendliche Mannigfaltigkeit der Verbindungen erzielt. Was als Hauptunterschied zwischen der chemischen Arbeit von ausgeprägtem Phytoplasma im Vergleiche mit der chemischen Arbeit von Zooplasma erkannt ist, entspricht den beiden verschiedenen Arten von chemischem Umsatze infolge von speziellen Kapillaritätskräften. Das Phytoplasma kondensiert, das Zooplasma spaltet. Aber dies geschieht natürlich nur in der Hauptsache, nicht ausschließlich.

In anderer Weise sucht Hofmeister diese Frage zu lösen. Er geht nicht aus von den bekannten morphologischen Eigenschaften des Protoplasma, sondern fragt umgekehrt: wie muß es beschaffen sein, um seine chemischen Leistungen vollbringen zu können. Die sehr einleuchtende klare Betrachtung wird an einem konkreten Beispiel, der Leberzelle, durchgeführt. In dieser spielen sich nach unserer zeitigen Kenntnis einige zehn, vermutlich aber viel mehr chemische Vorgänge nebeneinander ab in einem Raum, dessen Größe sich etwa auf den 100000. Teil eines Stecknadelkopfes schätzen läßt. Die Leberzelle bildet Glykogen aus Zucker, und Zucker aus Glykogen, bildet Harnstoff und Harnsäure aus Amidosäuren und Ammoniak, zerlegt Blutfarbstoff und wandelt ihn nach Abspaltung des Eisens in Bilirubin, sie erzeugt Cholsäure und paart sie mit Glykokoll und Taurin, sie verbindet Phenole mit einem Schwefelsäurerest zu Esterschwefelsäuren, dazu kommen noch diejenigen Vorgänge, welche bei ihrer eigenen Ernährung in Wirkung treten. — Wie können so verschiedene Prozesse nebeneinander auf so kleinem Raum ablaufen? Im Prinzip gehen sie so vor sich wie die Reaktionen, welche täglich im chemischen Laboratorium ausgeführt werden, insofern als die aufeinander reagierenden Substanzen in gelöster Form zusammentreffen. Doch wird die Reaktion meist erst durch katalytisch wirkende, in geringem Grade der Abnutzung unterliegende Fermente ausgelöst. Diese Katalysatoren haben kolloidale Beschaffenheit, damit sie aus der Zelle nicht herausgeschwemmt werden können. Durch die Erkenntnis, daß die Fermente das wesentliche chemische Werkzeug der Zelle darstellen, wird es verständlich, daß zehn und mehr verschiedene fermentative Prozesse in derselben Zelle neben- bezw. hintereinander vor sich gehen können, um so mehr als nachgewiesen ist, daß 1. ein Ferment nicht nur auf einen einzelnen chemischen Körper, sondern auf eine ganze Reihe ähnlich gebauter Körper einwirkt, und daß 2. dasselbe Ferment unter wechselnden Bedingungen andere Umsetzungen hervorruft. Damit nun die einzelnen Reaktionen ungestört voneinander ablaufen können, muß eine räumliche Trennung vorhanden sein, was bei der kolloidalen Natur der Fermente und der kolloidalen Natur des Protoplasma infolge der mangelnden Diffussion der Fermente sehr leicht denkbar ist. Das Zellprotoplasma ist also nicht durchaus gleichartig, sondern enthält zahlreiche durch kolloidale Zwischenwände getrennte Räume, deren Wan-

Digitized by Google

dungen gegen die in ihnen stattfindenden Reaktionen relativ widerstandsfähig sein müssen. Dieses Resultat steht in Übereinstimmung mit der Theorie von dem wabigen Bau des Protoplasma.

E. F. W. Pflüger, Die allgemeinen Lebenserscheinungen. Bonn 1889. — Wendt, C. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 28. Jena, 1894. — Franz Hofmeister, Die chemische Organisation der Zelle. Braunschweig. Friedrich Vieweg & Sohn.

b) Wachstum.

Mit dem Stoffwechsel der Zellen hängt auch die Erscheinung ihres Wachstums zusammen. Nicht immer ist mit dem Stoffwechsel der Zellen auch eine Vergrößerung verbunden; Aufnahme und Abgabe können im Gleichgewicht bleiben; ein Überschuß der Aufnahme führt zur Vergrößerung oder Verdichtung, ein Überschuß der Abgabe zur Verkleinerung oder Verdünnung. Das Wachstum ist ein intussuceptionelles, inneres.

Das auffallendste Beispiel von Zellenwachstum nehmen wir an den Eiern wahr, welche von ursprünglich kleinen Gebilden zu riesiger Ausdehnung heranwachsen können.

Das Wachstum ist entweder ein allseitiges und gleichförmiges oder nicht gleichförmiges, oder ein nicht allseitiges, lokales. Wenn aus einer embryonalen Nervenzelle nach einer oder mehreren Seiten Fortsätze auswachsen, die sich wieder teilen und eine mehr oder minder große Länge erreichen können, so haben wir ein Beispiel von lokalem Wachstum vor Augen, wie zuvor am Ei vom allseitigen.

Das Wachstum ist aber nicht nur räumlich bestimmt, sondern auch zeitlich. Die zeitliche Wachstumskurve kann sehr verschiedenartig sein. Zeiten größerer Tätigkeit können mit solchen relativer oder wirklicher Ruhe abwechseln.

Übertragen wir die Wachstumseigenschaften auf das befruchtete Ei, so wird am deutlichsten erkennbar, daß die Wachstumsregeln des Körpers streng normiert sein müssen, wenn aus dem Ei ein Embryo und dessen spätere Stufen hervorgehen sollen; hieraus folgt aber dasselbe Erfordernis für alle aus dem Ei stammenden Zellen des Individuum.

Aus dem Wachstum ergeben sich die wichtigen Erscheinungen des gegenseitigen Zellendruckes und der Spannung, mit ihren verschiedenen Folgen, wie Veränderung der Zellenform, Zellverschiebung, Faltung von Zellplatten usw., Erscheinungen, die besonders für den werdenden Körper von höchster Bedeutung sind.

W. His, Unsere Körperform und das physiologische Problem ihrer Entstehung. Leipzig 1875. — A. Rauber, Formbildung und Formstörung in der Entwicklung von Wirbeltieren. Morph. Jahrbuch. 5., 6. Bd. 1879, 1880. — Fr. Kopsch, Unters. über Gastrulation und Embryobildung bei den Chordaten. Leipzig 1904. — K. Peter, Der Einfluß der Entwicklungsbedingungen usw. Anat. Anz. 19. Bd. 1901.

4. Bildung und Vermehrung der Zellen.

Die frühere Annahme von Schwann, daß die tierischen Zellen entgegen der ersten Angabe von Schleiden für die Pflanzenzellen, in einer gewebebildenden Flüssigkeit, Cytoblastema, frei entstehen sollten, hat sich als irrtümlich erwiesen. Die Ergebnisse aller hierauf bezüglichen Untersuchungen hat Virchow in den Satz zusammengefaßt: Omnis cellula e cellula. Hierher gehört gleich der zugehörige Satz von Flemming: Omnis nucleus e nucleo. Rauber schließt sich Altmann und Pflüger an, welche behaupten: Omne granulum e granulo. Vielleicht gilt zukünftig auch der Satz: Omne centriolum e centriolo. Und hieraus ergibt sich schließlich: Omne vivum e vivo. So liegen die Dinge heute.

Wie das Leben selbst, oder sagen wir, wie das Protoplasma entstanden ist, darüber haben wir keine Erfahrungen. Das einmal vorhandene wird jetzt nur weiter fortgepflanzt, wächst und

Digitized by Google

stirbt teilweise. Wie das Protoplasma oder aus welchen Vorstufen es sich aus unorganischer Materie entwickelt haben könnte, dies zu sehen, fehlen alle Anhaltspunkte. Eher würde sich dies verstehen lassen, wenn es sich wahrscheinlich machen ließe, daß aus einer gemeinsamen Stoffgrundlage sich in einem bestimmten Stadium der Verdichtung des Urnebels der unorganische Teil der Natur von einem dem Protoplasma ähnlich beschaffenen organischen getrennt habe. Aber auch hierbei stößt man auf vielleicht unüberwindliche Schwierigkeiten.

Nennen wir diese Hypothese über die Herkunft des Lebens auf der Erde die Hypothese der Dissociation, so ist über andere Hypothesen auf dem gleichen Gebiet folgendes zu bemerken. Man unterscheidet eine Hypothese der Urzeugung; eine Kosmozoenlehre (Richter); eine Kontinuitätslehre (W. Preyer); eine Hypothese der Abstammung des Anorganischen aus dem Organischen (G. Th. Fechner); und Pflügers Theorie von der Bedeutung des Cyanmoleküls.

In welcher Weise die einmal vorhandenen Zellen sich vermehren, ist durch die Untersuchungen der letzten Jahrzehnte des neunzehnten Jahrhunderts klar geworden.

Die Vermehrung geschieht durch Teilung.

Die Teilung betrifft die drei wesentlichen Bestandteile der Zelle: Zelleib, Zellkern, Zentrosphäre. Sehr merkwürdig sind dabei die Erscheinungen an der Zentrosphäre und am Kern. Sie bestehen in der Teilung des Zentralkörperchens, der Zentrosphäre und der Entstehung und Teilung von fadenartigen Bildungen aus der Kernsubstanz.

Im Anfang der Beschäftigung mit dieser interessanten Umwandlung waren den Forschern nur die Erscheinungen am Kern bekannt. Dadurch erklärt es sich, daß man diese Art der Zellteilung nach den Erscheinungen am Kern als Mitose[1]) (Flemming) oder gar Karyokinese[1]) (Schleicher) bezeichnet hat; sie wird heute indirekte Zellteilung (mitotische) genannt, im Gegensatz zu der direkten (amitotische), bei welcher die verwickelten Erscheinungen am Kern nicht vorhanden sind, sondern Zelleib und Zellkern sich einfach durchschnüren.

Betrachten wir zuerst die morphologischen Einzelheiten dieser beiden Arten von Zellteilung.

A. Indirekte Zellteilung (Teilung durch Mitose).

Diese Form überwiegt bei weitem und ist die wichtigere, während die direkte nur nebensächliche Bedeutung hat.

Wir teilen der Übersichtlichkeit halber den Vorgang in vier aufeinanderfolgende Stadien, welche nicht scharf gesondert sind, sondern unmerklich ineinander übergehen: 1. Prophase — Vorbereitung der Zentrosphäre und des Kerns = Stadium des unruhigen Kerns, Fadenbildung, Spirem. 2. Metaphase — Teilung der Kernsubstanz = Stadium des Monaster. 3. Anaphase — Verteilung der Kernsubstanz, Beginn der Protoplasmateilung = Stadium des Dyaster. 4. Telophase — Beendigung der Protoplasmateilung, Rückkehr des Kerns zur Ruhe.

1. Prophase. — Wir gehen aus vom ruhenden Kern. Er besteht aus Kernmembran, Kerngerüst, Kernkörperchen. An derjenigen Seite des Kerns, welche durch eine kleine Vertiefung gekennzeichnet ist (Polseite), liegt im Protoplasma die Zentrosphäre mit einem oder schon zwei Zentriolen versehen.

Die Zentriolenteilung erfolgt in der Weise, daß aus dem kugelförmigen einfachen Zentralkörperchen sich ein kurzer Stab bildet, welcher durch eine mittlere Einschnürung Hantelform erhält und schließlich in zwei Kügelchen zerfällt. Hierbei gestaltet sich die kugelförmige Sphäre zu einem

[1]) μίτος = Faden; κάρυον = Kern; κίνησις = Bewegung.

Digitized by Google

Ellipsoid, welches zunächst die beiden Zentriolen enthält, später aber sich ebenfalls teilt in zwei Sphären, je eine um jedes der beiden Zentriolen.

Die färbbare Substanz des Kerns bildet sich zunächst um zu einem, zwei oder mehreren Fäden, welche innerhalb der Kernmembran aufgeknäult liegen (Spirem). Der Knäuel ist zuerst dichter und wird allmählich lockerer. Dabei zerfallen die Fäden in eine bestimmte Zahl von Stücken, Chromosomen (Waldeyer) genannt.

Zahl und Gestalt der Chromosomen sind bei den einzelnen Tierarten sowie Zellarten verschieden. Man kennt kugel-, ei-, ring-, stabförmige, gerade und gekrümmte. Die bei höheren

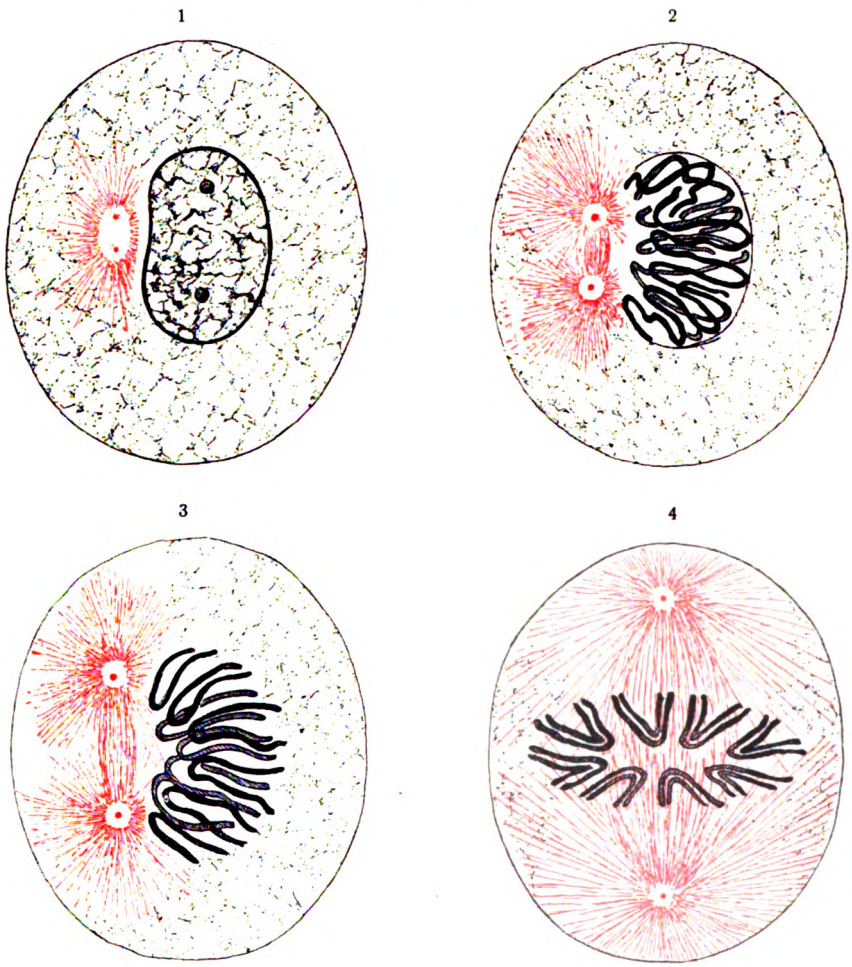


Fig. 80a.

Schema zur Erläuterung der indirekten Zellteilung. Zentriolen und Strahlung, sowie Spindel- und Mantelfasern rot. Der helle Hof um das Zentriolum ist die Zentrosphäre. Chromosomen schwarz. Prophase 1, 2, 3. Metaphase 4.

Tieren gewöhnliche Form ist die Schleife (ähnlich einer Haarnadel). Deswegen werden die Chromosomen auch als Kernschleifen bezeichnet. Ihre Zahl ist für die einzelne Tierart fest und charakteristisch. Der Mensch hat (Flemming, Duesberg, Großer) 24, Maus, Salamander, Forelle ebenfalls 24, Selachier 36, Ascaris megalocephala univalens 2, A. megalocephala bivalens 4. Duesberg, J., Anat. Anz., 28. Bd., 1906. — Großer, O., Verh. anat. Ges., Marburg. 1921.

Während der Schleifenbildung ist auch die Kernmembran geschwunden, der Kernsaft hat sich mit dem Zellsaft gemischt, doch bleibt die Abgrenzung des Kernraums gegen das Protoplasma erhalten. Zugleich rücken die beiden Zentro-

Digitized by Google

sphären weiter auseinander und befinden sich gegen Ende der Prophase an entgegengesetzten Punkten der Kernperipherie. Zwischen ihnen ist ein spindel- oder tonnenförmiges, aus leicht gebogenen, schwer färbbaren Fäden zusammengesetztes Gebilde entstanden, die achromatische „Zentral-Spindel", während die nach allen Seiten ausstrahlenden Radien um jede Zentrosphäre die „Polstrahlung" oder den „Aster" bilden (Fig. 81). Der größte Teil der Radien verliert sich innerhalb der peripherischen Zellzone im Netzwerk der Protoplasmastruktur oder setzt wohl

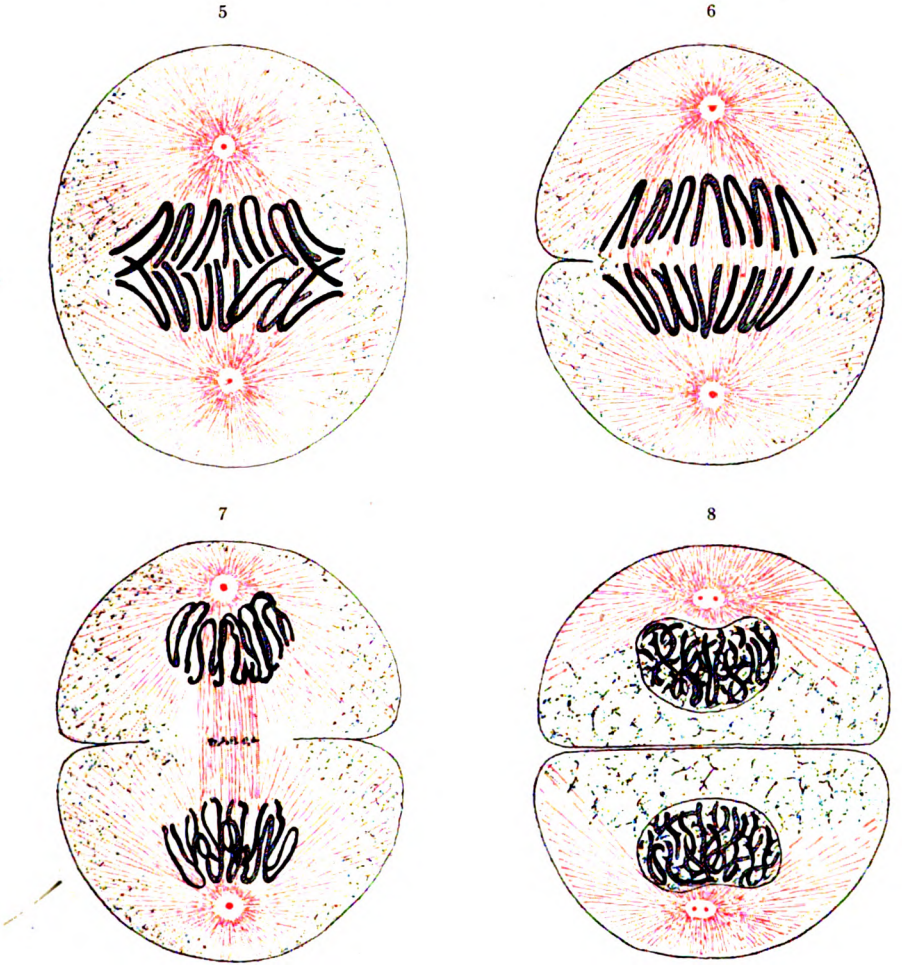


Fig. 80b.

Schema zur Erläuterung der indirekten Zellteilung. Zentriolen und Strahlung, sowie Spindel- und Mantelfasern rot. Der helle Hof um das Zentriolum ist die Zentrosphäre. Chromosomen schwarz. Anaphase 5, 6. Telophase 7, 8.

auch direkt an der etwa vorhandenen Zellmembran an. Ein anderer heftet sich an die Chromosomen. Sie heißen „Zugfasern", weil sie die Verteilung der Chromosomen bewirken oder „Mantelfasern", weil sie um die Zentralspindel herum liegen. Die Fasern der letzteren sind wegen der ihnen beigelegten Funktion als Stemmfasern bezeichnet worden. (L. Drüner: Studien über den Mechanismus der Zellteilung. Jen. Zeitschr., Bd. 29.)

Die Art der Bildung der Zentralspindel ist verschieden, ihre Herkunft ist noch nicht ganz sicher bekannt, vielleicht spielt das Linin des Kerns dabei eine Rolle. In einer Anzahl von

Digitized by Google

Fällen verschwindet die zwischen den Zentriolen entstandene primäre Spindel, die Zentrosphären rücken an entgegengesetzte Pole des Zellkerns und die Spindel entsteht von neuem durch Auswachsen von Radien, welche sogar die etwa noch vorhandene Kernmembran vor sich herschieben und einbuchten können. In anderen Fällen verläuft die Bildung, wie sie weiter oben geschildert wurde, tangential am Kern (Fig. 81) und die Spindel rückt nach Schwund der Kernmembran in den Kernraum hinein. In ganz seltenen Fällen entsteht sie innerhalb des Kerns.

2. Metaphase. Die Zentralspindel erreicht ihre stärkste Ausbildung, sie liegt im längsten Durchmesser der Zelle. Die Chromosomen, welche inzwischen kürzer und dicker geworden sind, lagern sich derartig, daß die Schleifenscheitel der Zentralspindel zugekehrt, die Schleifenschenkel nach der Zellperipherie gerichtet sind. Von einem der beiden Pole aus gesehen, bilden die Chromosomen einen Stern (Fig. 83, c), dessen Strahlen durch die Schleifenschenkel gebildet werden (Stadium des Muttersterns, des Monaster). Zugleich liegen sie in

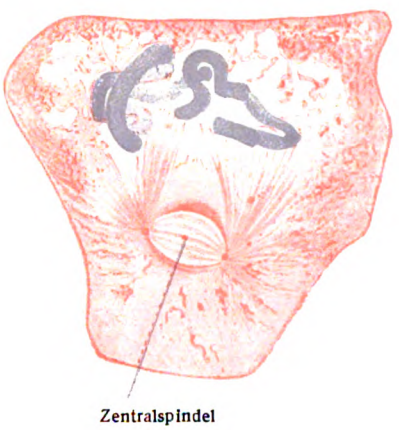


Fig. 81.

Zentralspindel (quer geschnitten)

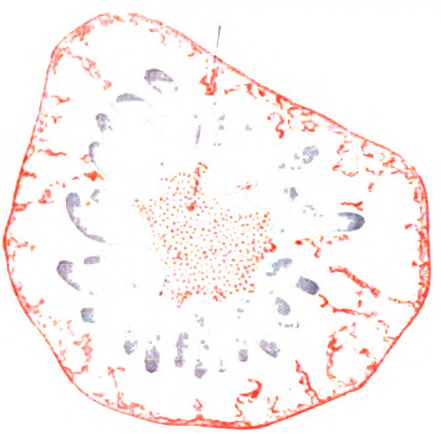


Fig. 82.

Fig. 81. **Junge Zentralspindel** einer Spermiocyte von Salamandra. (Aus Drüner.)
Fig. 82. **Querschnitt der Zentralspindel.** Querschnitt einer Spermiogonie von Salamandra. (Aus Drüner.)

einer Ebene, welche auf der Zentralspindel senkrecht steht und „Äquatorialebene" genannt wird. Sie entspricht der Gegend, in welcher später die Teilung des Zelleibes stattfindet.

An den einzelnen Chromosomen (Mutterschleifen) wird jetzt eine Längsspaltung in zwei kongruente Stücke, die „Tochterschleifen" deutlich. Sie beginnt schon am Ende der Prophase und ist jetzt bereits durch mittlere Vergrößerung deutlich erkennbar.

Die feineren Vorgänge der Schleifenteilung bestehen darin, daß jedes der zahlreichen Chromatinkügelchen, aus welchen die Mutterschleifen bestehen, sich streckt und in zwei gleiche Stücke zerfällt, je eins für jede Tochterschleife.

3. Anaphase: Die Tochterschleifen werden durch die an ihnen befestigten kontraktilen Zug- oder Mantelfasern zu ihrer Zentrosphäre hingezogen, während die nicht kontraktilen Fasern der Zentralspindel als Stemmfasern die beiden Zentren auseinanderhalten, worin sie durch die übrigen an der Zelloberfläche inserierenden Radien unterstützt werden. (Stadium der Tochtersterne, des Diaster.) Die auseinanderweichenden Gruppen scheinen durch feine Fäden, „Verbindungsfäden", miteinander verknüpft zu sein. Diese sind vielleicht nichts anderes als die Fasern der Zentralspindel.

Digitized by Google

4. Telophase: Die Chromosomen werden mit der größten Annäherung an ihre Zentrosphäre kürzer, dicker und rücken dichter aneinander. Sie verbinden sich miteinander, werden zackig und rauh durch kleine Fortsätze und werden schließlich

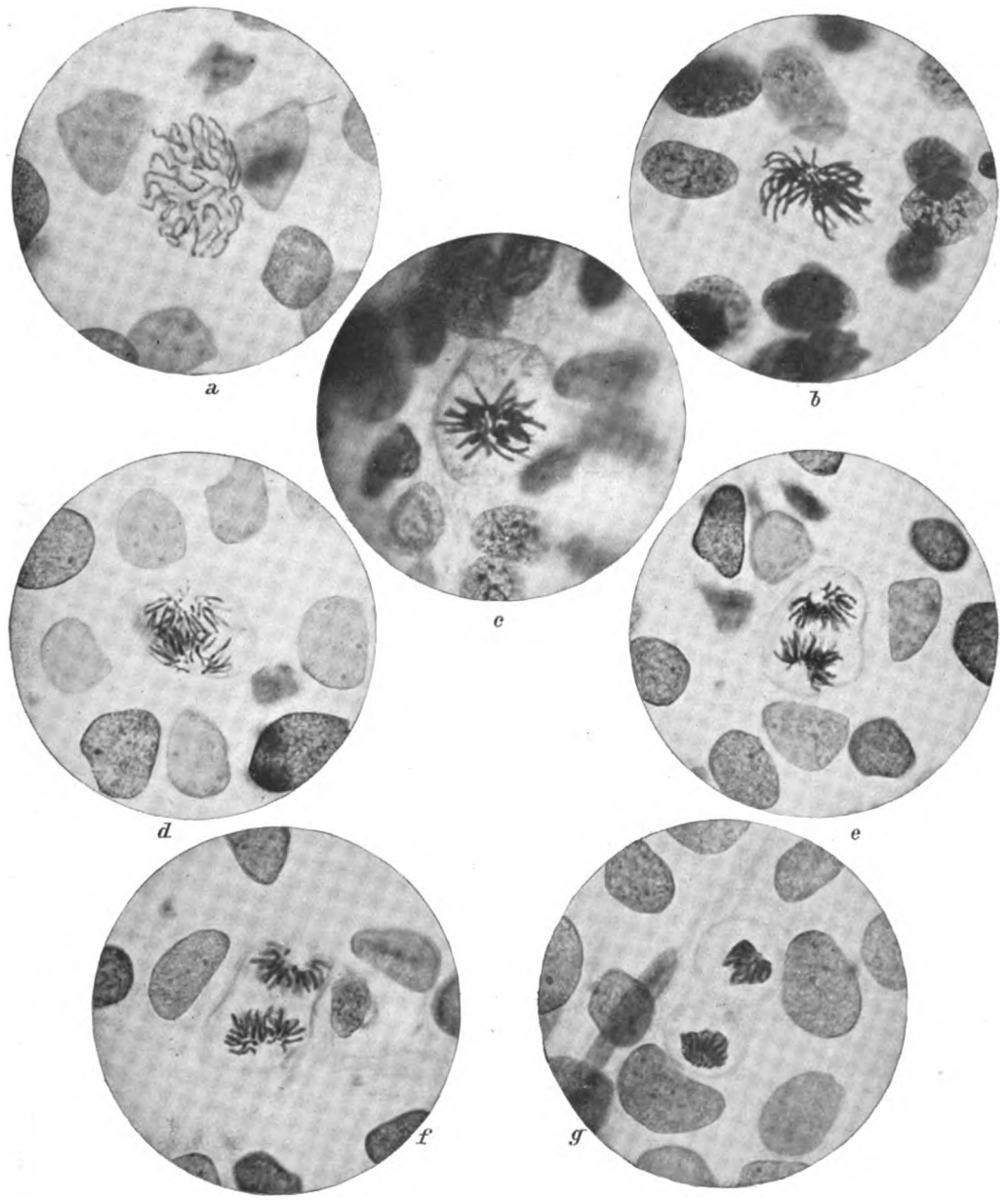


Fig. 83.

Kernteilungsfiguren und ruhende Kerne in Epidermiszellen von Salamandra. (Photos von Fr. Kopsch.)
a Prophase, Spirem; *b, c* Metaphase, Monaster; *d, e, f* Anaphase, Diaster; *g* Telophase.

von einer Kernmembran umhüllt. Sie bilden sich allmählich wieder in einen bläschenförmigen Kern um, indem sie die Umwandlungen, welchen der Kern in der Prophase unterliegt, nunmehr in umgekehrter Reihenfolge durchmachen. Währenddessen verliert sich die Strahlung um die Zentrosphäre und kann

Digitized by Google

gänzlich schwinden. Das Zentriol aber teilt sich häufig schon jetzt in zwei Stücke.

Die Teilung des Zelleibes beginnt erst in diesem Stadium, manchmal aber auch schon im Stadium der Tochtersterne. Sie beginnt mit einer Furche an einer Stelle des Äquators, welche dann ringförmig dem Äquator folgend, sich zu einer ringförmigen Einschnürung vervollständigt. Diese vertieft sich, bis endlich die Durchtrennung erfolgt ist. Unterbleibt die Teilung des Protoplasma, so liegt eine zweikernige Zelle vor.

In manchen Fällen leitet sich die Teilung des Zellkörpers durch eine äquatoriale Differenzierung der Verbindungsfäden der Spindel ein. Am Äquator treten Körnchen auf, welche in zwei Reihen sich ordnen. Die Einschnürung des Zeläquators geht zwischen beiden Reihen hindurch, bis vollständige Halbierung eingetreten ist. Hierauf ziehen sich die Fäden jeder Hälfte nach dem Kern zurück. Jetzt erst bildet sich die Kernmembran aus und der Kern tritt in die akinetische Phase ein. Im Pflanzenreich ist die äquatoriale Differenzierung der Verbindungsfäden schon länger als Zellplatte bekannt. Bei tierischen Zellen dagegen ist sie eine verhältnismäßig seltene und zugleich rudimentäre Erscheinung (v. Kostanecki). Möglicherweise als Reste einer Zellplatte sind Körperchen anzusehen, welche zwischen den geteilten Zellen beobachtet wurden und sich dem Chromatin ähnlich gefärbt hatten (die Zwischenkörperchen von W. Flemming).

Nach einer verschieden langen, oft minimalen Ruheperiode beginnt der Kern von neuem in die kinetische Periode einzutreten. Dabei ist beachtenswert, daß sehr oft die Teilungsaxe jeder folgenden Teilung senkrecht steht zu der vorausgehenden, auch in der Weise, daß die Teilungsaxen nacheinander den drei Richtungen des Raumes entsprechen. Doch gibt es hier typische Verschiedenheiten in Menge.

Die Dauer der Mitose wechselt nach der Tierart. Sie ist bei Warmblütern kürzer als bei Kaltblütern und beträgt beim Menschen vielleicht $^1/_2$ Stunde, bei Salamandra 2—5 Stunden (Flemming). Bei der Furchung von Belone acus, und bei Amphioxus (bei 18—19° C.) ungefähr 1 Stunde, bei Gobius und Crenilabrus (bei 15—19° C.) 30—40 Minuten (Fr. Kopsch).

Wärme befördert, verschiedene Eingriffe hemmen den Ablauf der Mitose, z. B. Abkühlung, Narcotica, Einwirkung von Säuren, mehrfacher Atmosphärendruck, der Tod der Zelle.

Über die Frage, ob im Kern, im Protoplasma oder in der Zentrosphäre der Antrieb zur Teilung enthalten sei, sind die Autoren verschiedener Ansicht. Es scheint, als ob der Zentrosphäre die führende Rolle zufalle. Aber man wird sich gleichwohl der Einsicht nicht verschließen dürfen, daß auf einer Wechselwirkung aller drei genannten Teile der Antrieb zur Teilung beruht.

Autochromosomen und Heterochromosomen.

Die in einer Zelle vorhandenen Chromosomen sind, wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, bei zahlreichen Tieren nicht gleichartig. Sie sind verschieden nach Form und Bedeutung.

Die ein besonderes Verhalten zeigenden Chromosomen werden Heterochromosomen genannt. Sie sollen in Beziehung stehen zur Differenzierung des Geschlechtes und sind deshalb auch als Geschlechtschromosomen bezeichnet worden, womit aber noch nicht bewiesen ist, daß sie das Geschlecht bestimmen.

Den Heterochromosomen gegenüber heißen die anderen Chromosomen der Zelle Autochromosomen.

Henking entdeckte 1892 bei der Feuerwanze das erste Heterochromosom. Später wurden sie bei zahlreichen anderen Tieren, auch bei Wirbeltieren und beim Menschen beschrieben. Über die schon recht umfangreiche Literatur siehe R. Hertwig, Biolog. Zentralblatt. 32. Bd. 1912.

Digitized by Google

B. Direkte oder amitotische Teilung.

Nach Flemmings Definition ist die Amitose diejenige Form der Zell- und Kernteilung, bei der eine Spindelbildung, eine Bildung von regelmäßig geformten Chromosomen und eine Umlagerung dieser letzteren in bestimmter Form und Reihenfolge fehlt.

Die mitotische Form der Kernteilung ist vor allem während der Entwicklung des Embryo aus dem befruchteten Ei, aber auch während des ganzen übrigen Daseins des Individuum so überwiegend, daß die amitotische oder direkte Teilung des Kernes und der Zelle, die man auch die einfache nennt und die vor Zeiten als die einzig vorkommende gegolten hat, eher den Eindruck eines sonderbaren Vorkommnisses, als den einer regelrechten Erscheinung macht. Dies ist um so mehr der Fall, als sie nicht stets in derselben Form auftritt, sondern mehrere Unterformen zeigt. Es liegt eine ansehnliche Reihe von Beobachtungen aus dem Tier- und Pflanzenreich vor.

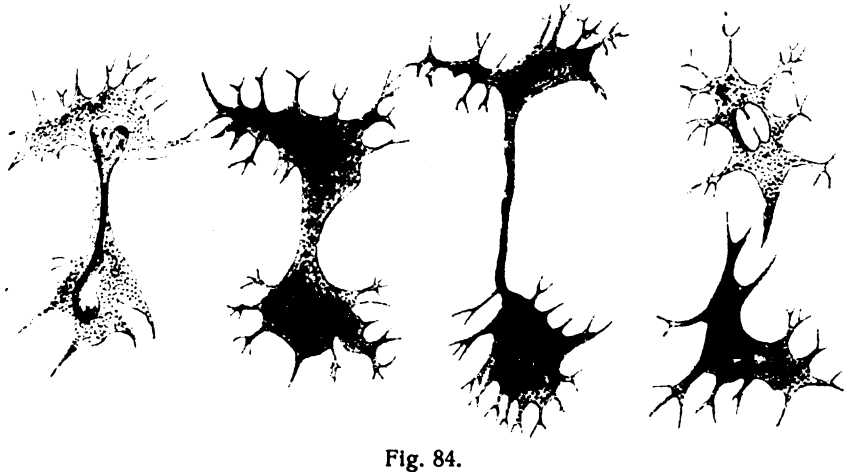


Fig. 84.

Direkte Zellteilung bei einem farblosen Blutkörperchen vom Frosch. (Nach Arnold.)

Eine Zelle schnürt sich hantelförmig ein, das Verbindungsstück verlängert sich und reißt endlich durch. Oder es bekommt eine Zelle zwei Kerne, deren einer sich mit einem Teil des Protoplasma wie eine Knospe abschnürt. So bei farblosen Blutkörperchen, bei welchen indessen auch die mitotische Teilung vorkommt. Fig. 84.

Fragt man, welche Teilungsform im phylogenetischen Sinne als die ältere betrachtet werden dürfte, so könnte man geneigt sein, die einfachere Amitose als die ursprünglichere Form zu betrachten (Waldeyer). Indessen wäre damit gleich von Anfang an ein Prinzip der Unordnung gesetzt, das nicht ohne Not angenommen werden kann. Die Mitose der Pflanzen und Protisten spricht aber für die entgegengesetzte Annahme. H. E. Ziegler (Anat. Anz., 12. Bd., 1896) ist der Ansicht, daß bei den Metazoen die Amitose nur bei solchen Kernen vorkommt, welche schon eine weitgehende Änderung ihrer ursprünglichen Struktur erfahren haben, und daß Kerne, welche aus einer amitotischen Teilung hervorgegangen sind, sich später nicht wieder auf mitotischem Wege teilen können.

Nach neueren Erfahrungen im Tier- und Pflanzenreich stehen sich Mitose und Amitose nicht so schroff gegenüber, als es anfangs schien. Beide Formen können miteinander abwechseln. So kommt Nußbaum auf Grund seiner Studien an Batrachierhoden zu dem Schluß, daß die Amitose in günstigen Fällen wieder von Mitose gefolgt sein kann. (Arch. mikr. Anat., 68. Bd., 1906). Bei Spirogyra kann man, wie A. Nathanson zeigte, die mitotische Kernteilung durch amitotische

Digitized by Google

experimentell verdrängen und umgekehrt, ohne daß das normale Wachstum der Zellen gestört wird. Beide Teilungsarten können sich physiologisch vertreten. Siehe auch Maximow, Anat. Anz., 33. Bd., 1908.

Nach W. His, (24. Bd. Abhandl. kgl. sächs. Akad. Wiss., 1898) sind Beziehungen der Amitose zur pluripolaren Mitose, zur Syncytien- und Riesenkernbildung vorhanden. Rückert nimmt an, daß die Amitosen zeitlich gestörten Mitosen ihren Ursprung verdanken. His schlägt daher vor, den Ausdruck Amitose durch Synkaryose zu ersetzen. Auch Van der Stricht verwirft den Begriff der Amitose; er sieht sie für Folgeerscheinungen zeitlich verschobener Mitosen an. Immerhin bleibt es merkwürdig, daß solche Verschiebung wieder eine Zurechtschiebung erfahren und in die gewöhnliche Mitose umschlagen kann.

Die Zwecke der Zell- und Kernteilung sind nicht sämtlich ohne weiteres klar. Vielmehr muß man sich fragen, warum denn nicht der Körper des Eies unter ungleichförmigem Wachstum, ohne fort und fort Teilungen einzugehen, die Endform des betreffenden Wesens erreicht (siehe Rauber, Neue Grundlegungen zur Kenntnis der Zelle. Morph. Jahrbuch, 8. Bd., 1882).

Dieses Ziel wäre ohne Teilung der Substanz offenbar schwer zu erreichen. Das Ziel würde sich darin ausprägen, daß der menschliche Leib, wie er dem freien Auge erscheint, eine zusammenhängende Masse darstellen müßte, wobei an irgendeiner Stelle ein mächtiger Kern, wenn erforderlich, thronte und seines Amtes waltete. Oder statt des einen Kernes könnten durch Teilung desselben an unzähligen Stellen Kerne liegen, ohne daß das Protoplasma Teilungen erfahren hätte.

So liegen aber in Wirklichkeit bei allen höheren Wesen die Dinge bekanntlich nicht, und man muß untersuchen, warum sie anders liegen.

Als Zwecke der Zellteilung ergeben sich:

α) Zeugung. Ohne Abgliederung von kernhaltigen Substanzstückchen (Zellen) aus den elterlichen Organismen gibt es keine Neubildung von Individuen.

β) Vermehrung der Formelemente, mit allen für die gesteigerte Funktion daraus sich ergebenden Folgen.

γ) Oberflächenvergrößerung. Die Oberfläche wächst nur im Quadrat, der Inhalt oder Raum dagegen im Kubus (Leuckart). Wenn ein des Stoffwechsels bedürftiger Körper in seiner Größe fort und fort zunimmt, so wird bald ein Zustand eintreten, in welchem die vorhandene Oberfläche nicht mehr genügt. So ist ein Moment gegeben zur Vergrößerung der Oberfläche, sei es nach außen, sei es nach innen. Die innere Oberfläche aber wird in leicht zu berechnender Weise vergrößert durch das Auftreten von Spalten, welche von der Furchung des Eies an in steigender Menge zur Ausbildung gelangen und das Ganze in gesetzmäßiger Weise, unter Einhaltung bestimmter Spaltrichtungen und bestimmter Zeiten, in kleine Teile zerstückeln.

δ) Lockerung und Festigung der Teilstücke.

Die nächste Folge der Substanzteilung ist eine Lockerung der Teilstücke; die Möglichkeit des Platzwechsels tritt ein (Zellverschiebungen bei der Furchung, Blutbewegung). Werden früher oder später Zellmembranen gebildet, so haben letztere in mechanischer Hinsicht den Zweck der Festigung von Zellgebieten, ohne daß das eingeschlossene Protoplasma seine Eigenschaften zu ändern hätte. Membranen sind häufig von Poren durchsetzt, so daß das Prinzip der Kanalisation des Protoplasma hier gewahrt bleibt; oder Membranen, die oft nur feine Abschlüsse des Protoplasma nach außen darstellen, sind doppelseitig (an gegenüberliegenden Zellwänden) vorhanden, zwischen ihnen aber liegen von feinen Brücken durchsetzte intercellulare Kanäle (Epithelium, Endothelium); immer aber stellen Membranen, abgesehen von ihrer Funktion, Dialysenmembranen bilden zu können, Befestigungssysteme dar.

Ähnlich den Spalträumen und ähnlich den Membranen verhalten sich in mechanischer Hinsicht die wichtigen Intercellularsubstanzen, je nachdem sie von flüssiger Beschaffenheit sind (Blutplasma) oder von fester (Bindegewebe, Knorpel, Knochen). Im Knochen und Dentin haben die Intercellularsubstanzen den höchsten Grad von Festigkeit erreicht, während die wie in Särgen eingeschlossenen, aber doch nicht ganz abgeschlossenen Knochenzellen ihre protoplasmatische Weichheit bewahren.

ε) Differenzierung.

Die Zellenmassen eines höheren Tier- und Pflanzenkörpers sind nicht sämtlich von einerlei Beschaffenheit und Leistung, vielmehr haben die mannigfaltigsten Differenzierungen im Lauf der Entwicklung stattgefunden. Die Absicht einer Sonderung verschiedenartiger Teile zu verschiedenen

Digitized by Google

Arbeitsleistungen, mit anderen Worten, die Absicht einer Arbeitsteilung, führt an und für sich schon zur Substanzzerstückelung (Teilung) irgendwelcher Art.

Über das Maß und die Richtung der Differenzierung im einzelnen wird alsbald Genaueres zu berichten sein.

ζ) Durchwachsung verschiedener Gewebsarten.

Sind einmal verschiedene Sonderungen in den Zellen des Embryo aufgetreten, so nehmen wir wahr, daß Zellen von bestimmten Stellen aus nach den entferntesten Gebieten auswachsen und einwachsen oder sogar wandern, und dadurch die kompliziertesten Organe zustande bringen. So wird eine Muskelanlage von Bindegewebe, Blutgefäßen, Nerven durchwachsen, was nur möglich ist bei vorhandener Substanzzerteilung.

η) Wiederersatz von Zellverlusten physiologischer und pathologischer Art (Abschuppung der Epidermis, Blutung usw.).

Teilung eines organisierten Körpers steht in der Regel in einer bestimmten Beziehung zu seinem Wachstum. Das Wachstum ist gewöhnlich der vorausgehende, die Teilung der nachfolgende Vorgang. Selbst die Eizelle kann man unter diesem Gesichtspunkt betrachten. Denn auch hier ergibt sich, daß das Wachstum das Primäre, die Teilung das Sekundäre ist. Da das befruchtete Ei während der Furchung nicht wächst, sondern rasch in eine große Anzahl von Blastomeren zerfällt, so scheint in jenem Satze ein Widerspruch zu liegen. Aber man muß bedenken, daß das Ei erst aus einer kleinen epithelialen Zelle allmählich, ohne Teilungen einzugehen, zu der riesigen Größe heranwächst, die es unmittelbar vor der Furchung besitzt. So erscheint die Furchung hier als eine rasche Nachholung versäumter Teilungen.

5. Lebensdauer der Zellen.

Gehen wir aus von der Eizelle:

Aus der befruchteten Eizelle entsteht durch fortgesetzte Teilungen eine große Menge von Zellen, aus welchen der Organismus mit seinen Geweben und Organen sich aufbaut. Eine geringe Zahl dieser Teilstücke liefert die zur Fortpflanzung des Lebens bestimmten Keimzellen, während alle übrigen Zellen nach längerer oder kürzerer Zeit absterben, und zwar finden schon in embryonaler Periode in verschiedener Weise wirkliche Untergänge von Zellen statt, die durchaus physiologischer Art sind: Abschuppung von Epithelzellen, Auflösungen von Drüsenzellen, Ausstoßung der Eihäute mit der Placenta und der Nabelschnur, Zerstörung von Knorpelgewebe bei der Ossifikation, Zerstörung von Chordagewebe bei der Chondrifikation, Zerstörung von Knochengewebe bei der mit dem Wachstum des Knochens einhergehenden Knochenresorption usw. Auch in minder auffallendem Grade macht sich während des ganzen Lebens, abgesehen von erheblichen, augenfälligen Verlusten, wie Ausfallen der Haare, Abgänge von Blut bei der Menstruation, ein Untergang alternder Zellen in dieser oder jener Gewebsart geltend, wovon mehr oder weniger deutliche Anzeichen vorliegen, ohne daß von pathologischem Untergang oder Schwund die Rede wäre.

Sehr viele Zellen sterben also früher als der Organismus, zu dem sie gehören. Welche Zellenarten ebenso lange leben wie der zugehörige Organismus, von seiner Entstehung an bis zu seinem Untergange, läßt sich einstweilen noch nicht mit Sicherheit bestimmen. Wahrscheinlich ist es so beim Nervengewebe.

Eine interessante Darstellung der Gewebe beim Altern lieferte Fr. Merkel. Er kommt dabei zu folgenden wesentlichen Ergebnissen. „Aus dem Gesagten erhellt, daß es lediglich darauf ankommt, inwieweit sich ein Gewebe in seinem fertigen Zustande von dem Typus des ursprünglichsten embryonalen Keimgewebes, von dem des Epithels, entfernt. Je näher es demselben steht, um so labiler sind die einzelnen Elemente, um so stabiler ist die Zusammensetzung des ganzen Gewebes; je weiter davon entfernt, um so beständiger sind die einzelnen Zellen, um so sicherer verändert sich aber das ganze Gewebe zum schlechteren. Die Intercellularsubstanzen und die ihnen ähnlichen Gewebe vollends, die Produkte der Zelltätigkeit, können aus eigener Kraft gar nichts tun, sie können nur immer starrer und funktionsunfähiger werden und befinden sich vom Momente ihrer Fertigstellung an auf einer abwärts führenden schiefen Ebene. Hält man Umschau unter den Bauelementen des Körpers, dann sieht man, daß auch gerade diese Teile dem alternden Individuum sein Gepräge aufdrücken. Die Bindesubstanzen, bei welchen das Zwischengewebe den breitesten Platz einnimmt, sind es, die den auffallendsten Veränderungen unterliegen. Sie bewirken die Falten und Runzeln, sie leiten in den Gefäßen die verderblichen Involutionserscheinungen ein. Dazu kommt noch die auf gleiche Ursachen zurückzuführende Veränderung der geformten Bestand-

Digitized by Google

teile des Blutes und endlich die zunehmende Veränderung des Herzmuskels. Das ganze System des Kreislaufes aber muß auf alle anderen Gewebe seinen Einfluß ausüben und sie in ihren Tätigkeiten schwächen. Es ist dadurch ein Circulus vitiosus eingeleitet, welcher langsam zum Bilde des atrophischen Greises und endlich zum völligen Erlöschen der Lebenstätigkeit führt."

Die im Organismus befindlichen Zellen setzen auch nach dem Tode des Ganzen ihr Leben größtenteils noch eine Zeitlang fort, je nach der Art des Organismus und der Zellen: am raschesten sterben den Einflüssen des Stoffwechsels und der Wärme entzogene Zellen von Warmblütern ab.

Das Altern und der Untergang der einzelnen Zellen prägt sich teils am Protoplasma, teils am Kern aus. Selbst in untergehenden Zellen kann der Kern noch Stufen kinetischer Tätigkeit zeigen, indem der vorsichgehende Zerfall gleich einem Reiz wirkt. In untergehenden Follikelepithelzellen häuft sich das Chromatin des Kernes zu kompakten Ballen; darauf geht der Kern als abgegrenzter Teil unter, während im Zelleibe zerstreute Chromatinbrocken gefunden werden. Im Protoplasma treten zahlreiche feine Tröpfchen auf, die wahrscheinlich Fett sind. Endlich zerfällt der Zelleib, und auch die Kernbrocken lösen sich im Liquor folliculi, Vorgänge, die Flemming Chromatolyse nannte. Eine andere Art des Unterganges der Zellen findet durch Hydropisierung des Protoplasma, wie bei den Knorpelzellen der Ossifikationsgrenze wachsender Knochen; eine andere Art des Absterbens wieder vollzieht sich durch Verhornung, Keratinisierung, wie bei den Schüppchen der Oberhaut; eine fernere durch Fettmetamorphose, wie bei den Zellen der Talgdrüsen; oder durch die Lieferung von bestimmten anderen Drüsensekreten, in deren Bildung die Zelle sich erschöpft und untergeht.

Werden im Absterben begriffene frische Zellen auf die chemischen Veränderungen untersucht, die in ihnen vor sich gehen, so beginnen mit dem Aufhören des Lebens Zersetzungen, selbst ohne Mitwirkung der Fäulnis und ihrer Mikroorganismen. Es treten Fermente auf, welche das Glykogen und andere Kohlehydrate umwandeln. Ferner beginnt eine Zersetzung des Chromatins (Nucleïns). Nach einiger Zeit tauchen in der abgestorbenen Zelle oder ihrer Nachbarschaft Kristalle auf, die meist aus Cholesterin und Fettsäure bestehen. Zuweilen bildet sich infolge tiefgreifender Zersetzungsvorgänge eine Ausscheidung von Leucin und Tyrosin. (A. Kossel.)

Ein Schriftsteller spricht vor Jahrhunderten vom Altern zutreffend folgendermaßen: Hebescunt sensus, torpent membra, visus, auditus incessus, dentes. Sic magna pars mortis jam praeteriit; quod reliquum est mors tenet.

X. Bichat, Über Leben und Tod. Tübingen 1802, aus dem Französischen. — Al. Goette, Über den Ursprung des Todes. Hamburg und Leipzig 1883. — A. Weismann, Über die Dauer des Lebens; Über Leben und Tod. Jena 1882 und 1884. — Fr. Merkel, Über die Gewebe beim Altern. X. Internationaler Kongreß. 2. Bd. — H. Mühlhausen, Über die Ursache des Alterns. Wiesbaden 1900. Vom Anfang an beständig zunehmende Erschwerung der Ernährung und des Stoffwechsels bedingt nach M. das zunehmende Altern der Gewebe. — H. Westergaard, Die Lehre von der Mortalität und Morbidität. 2. Auflage. Jena 1901. — Doms, Herbert, Über Altern, Tod und Verjüngung. Ergebn. d. Anat. u. Entw., 23. Bd., 1921. — Korschelt, E., Lebensdauer, Altern und Tod. 2. Aufl. Jena 1922.

6. Regeneration der Zellen.

Das Vermögen, Substanzverluste physiologischer oder pathologischer Art in irgend welchem Grade wieder zu ergänzen, nennt man Regeneration, Reparation.

Gibt es eine zellulare, d. h. an der einzelnen Zelle ablaufende Regeneration, wenn eine solche Zelle Substanzverluste an ihrem Körper erlitten hat?

Die Erfahrung antwortet hierauf in bejahendem Sinne. Es seien folgende Beobachtungen namhaft gemacht:

Bei Versuchen künstlicher Teilung von Infusorien scheinen kernlose Stücke keine Lebensfähigkeit zu besitzen; daher sagt M. Nußbaum (Arch. mikr. Anat., 26. Bd., 1886), 1. Kern und Protoplasma sind nur vereint lebensfähig; beide sterben isoliert nach kürzerer oder längerer Zeit ab; 2. der Kern ist zur Erhaltung der formgestaltenden Energie einer Zelle unentbehrlich.

A. Gruber kam an Aktinophrys zu keiner bestimmten Entscheidung in dieser Frage.

Man kann kernlose Teile des Ei-Protoplasma künstlich befruchten (d. h. mit einem Kerne versehen) und es entwickeln sich daraus Embryonen (Driesch, Boveri, Delage). Einzelne losgetrennte Stücke des Plasma der Siphonocladiaceenzellen können nach Schmitz nur dann am Leben bleiben und zu selbständigen neuen Zellen sich gestalten, wenn sie mindestens einen Kern

Digitized by Google

enthalten. Andere entsprechende Beispiele erwähnen Straßburger u. a. Eine wunderbare Regenerationsfähigkeit ist bei der Algengattung Caulerpa festgestellt worden. Die Pflanze besteht aus einer einzigen Zelle mit vielen Kernen, kann also als eine vielkernige Riesenzelle aufgefaßt werden, oder auch als ein Syncytium, an welchem Wurzeln, ein kriechendes Rhizom, Stengel und Blätter zu unterscheiden sind. Fortpflanzungsorgane irgendwelcher Art sind dagegen bisher nicht aufgefunden worden. Vielmehr beruht ihre Fortpflanzung ganz auf der Regeneration natürlich oder künstlich abgetrennter Stücke.

Auch bei höheren Tieren und beim Menschen ist die Regenerationsfähigkeit von Einzelzellen vielfach bekannt. Das schönste Beispiel bieten Nervenzellen. Hat man am lebenden Geschöpfe die Fortsätze dieser Nervenzellen durchschnitten, so wächst der mit der zugehörigen Nervenzelle zusammenhängende zentrale Stumpf des Fortsatzes allmählich wieder aus: es tritt eine mehr oder weniger weitgehende Restitution ein. Eine andere Art der Regeneration ist die Ergänzung von Substanzverlusten, welche ganze Zellen, ganze Zellenlager und selbst verschiedenartige Gewebehaufen, die zugrunde gegangen sind, betreffen. Hier haben nicht die verwundeten Zellen selbst den erlittenen Substanzverlust zu decken, sondern gesunde intakte Zellen der Nachbarschaft, die am Körper zurückgeblieben sind. So schuppen sich beständig Oberhautzellen von der Körperoberfläche ab. Nicht diese sich abschuppenden Zellen regenerieren sich, sondern die am Körper verbliebenen Zellen liefern durch Teilungen neue Zellen, welche den Substanzverlust zu ersetzen haben. Man muß hier eine normale und eine pathologische Regeneration unterscheiden; letztere tritt ein bei künstlich gesetzten Substanzverlusten kleinerer oder größerer Art.

Es fragt sich, wie groß im bestimmten Falle die Regenerationsfähigkeit sei. Wie, wenn ein Finger, ein Arm, ein Stück Rumpf, ein Auge entfernt wird? Es gibt Tiere, die alle diese Verluste zu ersetzen vermögen: man kann dem sich furchenden Ei ein Blastomer entnehmen — der Rest kann den ganzen Embryo zur Ausbildung bringen. Wie man erkennt, ist das Gebiet der Regeneration ein sehr umfangreiches und bedeutendes. Dementsprechend ist es auch in neuerer Zeit mit großer Energie in Angriff genommen worden.

D. Barfurth: Regeneration und Involution. In: Anatomische Ergebnisse von Merkel und Bonnet. Bd. I—XXI. — H. Straßer, Regeneration und Entwickelung. Jena 1889.

7. Chemie der Zelle.

Schon an verschiedenen Stellen ist im Vorausgehenden auf die chemischen Eigenschaften der Zellen die Aufmerksamkeit gelenkt worden. So gelten die folgenden Bemerkungen teils einer Zusammenfassung, teils aber auch einer Erweiterung des Mitgeteilten. Da beständig ineinandergreifende Beziehungen zwischen Form, Stoff und Funktion vorhanden sind, so bedarf es keines weiteren Hinweises auf die Wichtigkeit der chemischen Eigenschaften der Zelle. Leider gibt es, entsprechend der Schwierigkeit des Gebietes, eine Chemie der Zelle einstweilen nur in Bruchstücken; aber aus diesen leuchtet bereits hervor, was in der Zukunft hier noch zu erwarten ist. Es bedarf einer glücklichen Vereinigung von morphologischer Forschung und Beherrschung organischer Chemie, um hier fernere Ergebnisse zu erzielen. (A. Fischer, Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas. Jena 1899.)

A. Kossel, dessen Darstellung wir hier folgen, unterscheidet wesentliche oder primäre Bestandteile der Zellen und nichtwesentliche, sekundäre. Die wesentlichen chemischen Bestandteile sind jene, die in jugendlichen, entwicklungsfähigen Zellen nie fehlen. Bestandteile, die als Nähr- oder Baustoffe von außen aufgenommen sind, oder solche, welche erst mit dem Verlust des ursprünglichen Charakters auftreten, sind sekundäre Bestandteile.

Als primäre Bestandteile der Zelle können gelten:

1. Eiweißkörper einschließlich der Nucleïne (Nucleïnsäuren);
2. Lecithine;
3. Cholesterine;
4. anorganische Stoffe, unter ihnen Wasser.

Unter den Eiweißkörpern sind wahrscheinlich stets vertreten: Globuline, Vitelline, Plastin, Nucleïne. Die in allen vier Gruppen enthaltenen Elemente sind: Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, vielleicht auch Eisen.

Das Nucleïn ist dem Zellkern eigentümlich (Miescher) und verleiht teils als Stoff, teils durch seine Struktur dem Kern die hohe Bedeutung.

Durch Zunahme oder Umänderung der primären Bestandteile, oder durch das Hinzutreten

Digitized by Google

sekundärer Bestandteile, aber auch durch Änderung im Bau nehmen die Zellen Spezialcharakter an, werden dadurch zu Muskelzellen, Drüsenzellen usw. Da nun die Veranlassung zu diesen Umänderungen in den Eigenschaften der Zellen selbst gelegen ist, so müssen schon von Anfang an gewisse Unterschiede der bezüglichen Zellenarten vorhanden sein.

Als sekundäre Bestandteile der Zellen sind Fette, Inosit, Taurin, Milch-, Bernstein-, Ameisen-, Essigsäure und gewisse anorganische Stoffe, besonders Kochsalz, zu erwähnen.

Die Rolle der anorganischen Bestandteile ist keine unbedeutende. Der Wassergehalt des menschlichen Körpers beträgt durchschnittlich 64 Proz. Der erwachsene Mensch hat etwa 40 Liter Wasser in seinem Körper aufgespeichert. Kein lebendes Wesen kann ohne Wasser bestehen. Wasser ist das Lösungsmittel für die ihm zugeführten Stoffe. Alle Lebenserscheinungen erfolgen unter dem Einfluß des Wassers. Sehr groß ist die Rolle des Wassers auch beim Wachstum der Organismen und und ihrer Teile. In der Periode des maximalen Wachstums geschieht die Volumzunahme einzig und allein durch Wasser.

Was die Rolle der anorganischen Salze betrifft, so muß es genügen, hier darauf hinzuweisen, daß Hunde bei vollkommen salzloser Kost innerhalb 25—30 Tagen unter den Erscheinungen der Abmagerung, von Lähmungen und Krämpfen zugrunde gehen.

Die Analyse der normalen Thymuszellen eines Kalbes (Lilienfeld, Arch. Anat. Phys. 1892) ergab:

Trockensubstanz 11,49 Proz.

in letzterer:

Gesamtphosphatgehalt	3,036	Lecithin	4,51
Gesamtstickstoffgehalt	15,05	Fette	4,02
Eiweißstoffe	1,76	Cholesterin	4,40
Leukonucleïn	68,78	Glykogen	0,80
Histon	8,67	Silberverbindung der Nucleïnbasen	15,17

In 100 Teilen Samenfäden des Lachses fand Miescher:

Nucleïnsäure	48,68
Protamin	25,76
Eiweißstoffe	10,32
Lecithin	7,47
Cholesterin	2,24
Fett	4,53
	100,00

Die Verbindung der Nucleïnsäure mit dem Protamin beträgt mehr als 75 Proz. der Gesamtmenge der Spermien.

Reinke und Rodewald untersuchten das Plasmodium der Myxomyceten (Schleimpilze) an Aethalium septicum, der Lohblüte. Sie vergleichen deren Konsistenz mit einem wassergefüllten Schwamm und konnten durch stärkeres Pressen 66,7 Proz. Flüssigkeit gewinnen. Die letztere hatte ein spez. Gewicht von 1,209 und enthielt 7—8 Proz. löslicher Eiweißstoffe. Die Reaktion des Plasmodium war stets alkalisch.

Untersuchungen dieser Art sind nun allmählich auf die verschiedenen Zellarten auszudehnen, um das gewonnene Bild zu erweitern. Vom morphologischen Standpunkt aus haben zunächst die Protozoën ein großes, kaum angebrochenes Untersuchungsfeld für die organische Chemie zu bilden; ferner die Eier in ihren verschiedenen Entwicklungsstufen, von den verschiedensten Tiergattungen; sodann Spermien niedriger Tiergattungen (z. B. von Astacus); darauf die einzelnen somatischen Gewebe geeigneter Tiere. In ähnlicher Weise wird im Reich der Pflanzen zu verfahren sein. Ausführlicheres hierüber siehe in den Lehrbüchern der Physiologie.

Was kostet der Mensch als Stoff? Die organischen und unorganischen Materialien, aus welchen sich der Körper des Menschen zusammensetzt, haben nach der Berechnung eines Engländers (Ende des 19. Jahrhunderts), hoch veranschlagt, einen Marktwert von 40—50 Mark.

R. Brasch, Die anorganischen Salze im menschlichen Organismus. Wiesbaden 1900. — F. Botazzi, Contribution à la connaissance de l'importance physiologique des substances minérales. Arch. italiennes de Biol., 31. Bd., 1891. — C. B. Davenport, Die Rolle des Wassers beim Wachstum. Proceedings of the Bost. Soc. of. Nat. History. — R. Höber, Die Bedeutung der Theorie der Lösungen für Physiologie und Medizin. Biolog. Zentralblatt, 19. Bd., 1899. — C. Oppenheimer, Grundriß der Biochemie. Leipzig, G. Thieme, 1912.

Digitized by Google

C. Differenzierung der Zellen. Gewebe- und Organbildung.

Die Differenzierung oder Sonderung der Zellen erscheint als eine von den Aufgaben der Zellteilung. Jede Sonderung von Zellen läuft an dem Material ab, welches von dem befruchteten Ei, d. i. der Ausgangsstufe des neuen Individuum infolge der fortlaufenden Zellteilungen geliefert wird. Das Ziel dieser Sonderung ist Arbeitsteilung, welche notwendig wird für den Organismus hochstehender Wesen. Bei den Protisten leistet die einzige Zelle, aus welcher ihr Leib besteht, alle vorhandenen Aufgaben. Schon hier ist eine gewisse Arbeitsteilung vorhanden, indem der Kern andere Funktionen hat, als das Protoplasma. Innerhalb des letzteren sogar können noch Sonderungen vorhanden sein, selbst zur Ausbildung von Muskelfibrillen kann es kommen. In großen Zellenstaaten, wie bei höheren Planzen und Tieren, wird eine weitergreifende Sonderung notwendig; verschiedene Grade und Formen der Sonderung erheben die verschiedenen Wesen zu verschieden hohen Stufen.

Geht man dazu über, das Maß und die Richtungen der Differenzierung kennen zu lernen, so werden jetzt alle verschiedenen Zellformen und ihre Erzeugnisse aufzuzählen sein. Zur Erfüllung dieses Zweckes aber ist es geboten, die verschiedenartigen Zellen in natürliche Gruppen vereinigt zu schildern, in die Gruppen der sogenannten einfachen Gewebe.

Ein Gewebe ist ein Komplex ursprünglich gleichartiger Zellen und ihrer Abkömmlinge.

Solcher Gewebe unterscheiden wir beim tierischen Organismus vier:

1. Epithelgewebe,
2. Bindesubstanzgewebe,
3. Muskelgewebe,
4. Nervengewebe.

Die Organe des tierischen Körpers bestehen aus einem oder aus mehreren der genannten Gewebe. Die morphologische und physiologische Definition des Begriffes Organ lautet:

Ein Organ besteht aus einem oder mehreren Geweben und verbindet mit bestimmter Form bestimmte Funktion. Beispiele: Eine Becherzelle besteht nur aus einer Zelle eines Gewebes; ein Nagel wird gebildet aus einer großen Menge von Zellen desselben Gewebes; eine Drüse besteht aus verschiedenen Geweben.

Aus einer Anzahl von Organen baut sich die höhere funktionell zusammengehörige Einheit auf, der Apparat, z. B. der Sehapparat (richtiger als die Bezeichnung Sehorgan), bestehend aus dem Auge, den Augenmuskeln, Nerven, Blutgefäßen und zahlreichen anderen Hilfsorganen.

Der ganze tierische Organismus schließlich besteht aus einer großen Anzahl von Organen und Apparaten.

Auf die Schilderung der Elementarteile muß demnach zunächst folgen die Beschreibung der Gewebe. Man kann sie in der verschiedensten Weise ordnen, ausgehend vom morphologischen, physiologischen oder embryologischen Gesichtspunkt. Keine dieser strengen Klassifizierungen hat sich allgemeine Geltung verschaffen können. Die bei weitem verbreiteste Einteilung ist die eben aufgeführte, bei welcher nicht ein Prinzip den Ausschlag gegeben hat, sondern

Digitized by Google

entwicklungsgeschichtliche, physiologische und morphologische Eigenschaften als Unterlage dienen.

Eine Zusammenstellung der verschiedenen möglichen Einteilungen der Gewebe hat Rauber einst gegeben und mit Erläuterungen versehen.

Man kann die Gewebe einteilen:

1. nach der Form:
   a) zellulare Gewebe,
   b) Interzellularsubstanz führende Gewebe,
   c) plasmodiale und
   d) syncytiale Gewebe;
2. nach der Funktion oder nach physiologischem Prinzip:
   a) Fortpflanzungs- oder germinatives Gewebe = Gonoblastengewebe;
   b) somatisches oder personales Gewebe: sensibles, sensorisches, neuro- und myomotorisches resorbierendes, sekretorisches, stützendes Gewebe usw.;
3. nach ontogenetischem, individuell-entwicklungsgeschichtlichem Prinzip:
   a) ektodermales,
   b) entodermales,
   c) mesodermales und mesenchymatisches Gewebe;
4. nach phylogenetischem, stammesgeschichtlichem Prinzip:
   a) primäres Gewebe:
      das Epithel der Blastula und Gastrula,
   b) sekundäres oder apotheliales Gewebe:
      alle übrigen, aus dem genannten Epithelium entspringenden, abgeleiteten Gewebe;
5. nach chemischem Prinzip:

Eine nach chemischem Prinzip zutreffende Unterscheidung ist zurzeit nur in Bruchstücken möglich und der Zukunft vorbehalten.

Zur weiteren Erläuterung ist das Folgende zu bemerken:

ad 1. Zellulare Gewebe sind solche Gewebe, bei welchen die einzelnen Zellen dicht aneinandergereiht sind, wie bei den Epithelien und den epithelialen Drüsen. Im zellularen Gewebe sind die einzelnen Zellen entweder in Reihen oder Schichten geordnet: Epithelien, Reihenzellen, Taxiten; oder in haufenweiser, diffuser plethoïder Vereinigung untergebracht, wie beim Fettgewebe, Muskelgewebe; doch schimmert beim gestreiften Muskelgewebe die ursprüngliche epitheliale oder Reihenform deutlich durch.

Von dieser Gewebsform unterscheidet sich die folgende dadurch, daß sie reichliche Interzellularsubstanz führt, wie ein Teil des Bindegewebes, Knorpel, Knochen, Dentin.

Plasmodiale Gewebe sind solche, bei welchen innerhalb einer sich ausdehnenden Zelle Kernteilung in irgendwelcher Häufigkeit statthat, ohne daß die Zellteilung ihr nachfolgt, wie bei der gestreiften Körpermuskulatur.

Syncytiale Gewebe dagegen sind solche, bei welchen vollständige Zellteilung vorhanden war, die Zellgrenzen aber sekundär geschwunden sind (in gewissen epithelialen Lagern zerstreut im Tierreich vorkommend).

ad 2. Nach der Funktion zerfallen die Gewebe in germinatives und somatisches Gewebe, Gewebe der Gonoblasten oder Keimzellen einerseits und übrige Körpergewebe andererseits.

Das Gewebe der Gonoblasten oder Keimzellen ist von der Gesamtheit aller übrigen Gewebe so zu trennen, daß beide große Gruppen einander koordiniert gegenüberstehen: die eine Gruppe, die Keimzellen umfassend, dient der Fortpflanzung der Art und setzt für sich das Leben fort, wenn die geeigneten Bedingungen vorhanden sind; die andere Gruppe, alle übrigen Gewebe des Individuum umfassend, dient der Erhaltung des Individuum und macht in ihrer Gesamtheit die Gewebe der Person aus, d. h. des Körpers minus Gonoblasten: sämtliche somatischen Gewebe unterliegen dem Untergange. Die germinalen und somatischen Gewebe zusammengenommen bilden das Individuum. Diese beiden großen physiologischen Gruppen sind auch dadurch voneinander unterschieden, daß die germinalen Gewebe oder Gonoblasten ihrem Wesen nach ursprüngliche Verhältnisse bewahren oder während ihrer Entwicklung wiedererlangen, während die somatischen Gewebe mehr oder weniger weitgehende Differenzierungen erfahren und wahrscheinlich aus diesem Grunde dem Untergang verfallen, während die vorgenannten das Leben fortpflanzen.

Digitized by Google

ad. 3. Eine Klassifizierung nach ontogenetischem Prinzip führt zu folgenden Ergebnissen. Die embryonalen Fundamentalorgane oder Keimblätter liefern nachstehende Erzeugnisse:

A) Äußeres Keimblatt oder Ektoderm:
Epidermis, Haare, Nägel, Epithel der Hautdrüsen, zentrales und peripheres Nervensystem in seinen wesentlichen Bestandteilen, Epithel der Sinnesorgane, Linse.

B) Inneres Keimblatt oder Entoderm:
Epithel des Darmes und seiner epithelialen Drüsen.

C) Mittleres Keimblatt oder Mesoderm:
a) gestreifte Muskeln,
b) Epithel der Pleuro-Peritonaealhöhle, Epithel der Geschlechtsdrüsen und ihrer Ausführungsgänge, Epithel der Nieren und Harnleiter, Chorda dorsalis.
c) Mesenchymkeim:
Gruppe der Bindesubstanzen und glatte Muskulatur.

ad 4. Die historische Entwicklung der Gewebe aus den Keimblättern der Stammform der Metazoën, Gasträa, bedingt hier die Klassifikation. Das phylogenetische System ist im Sinne der Theorie das einzige natürliche System. Es muß mit dem ontogenetischen System im wesentlichen zusammenfallen, insofern entsprechend dem biogenetischen Grundgesetz von E. Häckel die individuelle Entwicklung eine kurze Rekapitulation der Stammesentwicklung darstellt. Da nun die genannte Stammform ausschließlich aus Epithel besteht, so sind alle Gewebe der höheren Organismen vom Epithel abzuleiten, sie sind apothelial.

A. Rauber, Die histologischen Systeme. Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft zu Leipzig, 10. Bd., 1883. — E. Häckel, Ursprung und Entwicklung der tierischen Gewebe. Jenaische Zeitschrift, 18. Bd., 1884. — J. Gaule, Oekus der Zellen: in: Beiträge z. Physiologie, Festschrift für C. Ludwig, 1887.

Digitized by Google

Fünfter Abschnitt.

Die Gewebe.

Von den verschiedenen Einteilungen der Gewebe ist am meisten verbreitet die folgende. Man unterscheidet:

1. Epithelgewebe,
2. Bindesubstanzgewebe,
3. Muskelgewebe,
4. Nervengewebe.

1. Das Epithelgewebe.

Definition: Das Epithelgewebe besteht nur aus Zellen, welche durch Kittsubstanz oder durch Fortsätze oder durch beides miteinander verbunden sind und als zusammenhängende ein- oder mehrschichtige Decke freie Oberflächen bekleiden.

Es ist von allen Geweben das einfachste, weil es nur aus Zellen besteht und schließt sich deshalb am besten direkt an die Zellenlehre an. Mit dem Namen Epithel (von ἐπὶ = auf und θηλή = Brust, Brustwarze) wird bei Ruysch das feine Häutchen auf der Oberfläche der Brustwarze, dann auch auf Lippe, Zunge, Glans penis bezeichnet. Deshalb sollen die Zellenlagen, welche Binnenräume (Blut- und Lymphgefäße, Lymphräume) bekleiden, nicht als Epithelien bezeichnet werden. Für diese hat sich der in wörtlicher Übersetzung unrichtige Name Endothel fest eingebürgert.

Allgemeine Eigenschaften. Epithelzellen sind, wie Stöhr treffend auseinandersetzt, scharf begrenzte, aus Protoplasma und Kern bestehende Zellen; eine Membran fehlt häufig; oft wird sie durch eine feste Beschaffenheit der peripherischen Protoplasmaschicht ersetzt. Die meisten Epithelzellen sind weich und dadurch leicht in der Lage, sich umgebenden Druckverhältnissen anzupassen. Gerade infolge ihrer Anordnung sind sie aber auch unter bestimmten Umständen befähigt, stärkeren Druck aufeinander auszuüben und dadurch wichtige formbildende Erscheinungen, insbesondere im embryonalen Leben, hervorzurufen: Sogar noch beim Erwachsenen stehen viele epitheliale Zellenlager unter dem gegenseitigen Druck ihrer Elemente, wie die Formen der Zellen leicht erkennen lassen und anderweitig bewiesen wird.

Der Formenreichtum der Elemente des Epithelgewebes ist sehr bedeutend; auch an Größe finden sich beträchtliche Unterschiede. Der Zelleib kann die verschiedenartigsten äußeren und inneren Gliederungen erfahren.

Der Gestalt nach unterscheidet man vier Formen: Platten-(Pflaster-)Epithel, Zylinder-Epithel, Flimmer-Epithel, Übergangs-Epithel.

Die Zellen des Platten-Epithels sind flache, dünne schüppchenartige Platten meist von unregelmäßiger Begrenzung; nur die Zellen des Pigment-Epithels der

Digitized by Google

Netzhaut, das Stratum pigmenti, sind regelmäßig sechsseitig (Fig. 85), während andere, z. B. die oberflächlichen Zellen des Mundhöhlen-Epithels, eine unregel-

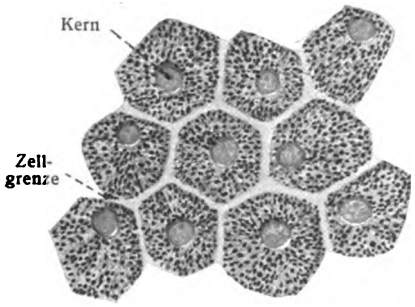


Fig. 85.

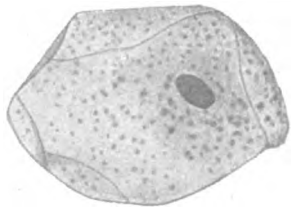


Fig. 86.

Fig. 85. Zellen des Pigmentepithels der Netzhaut des Menschen.
Fig. 86. Plattenepithelzellen der Mundschleimhaut des Menschen. 400 : 1.

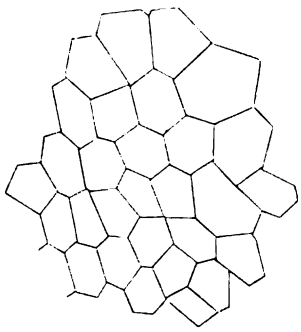
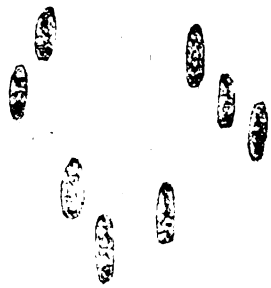


Fig. 87.



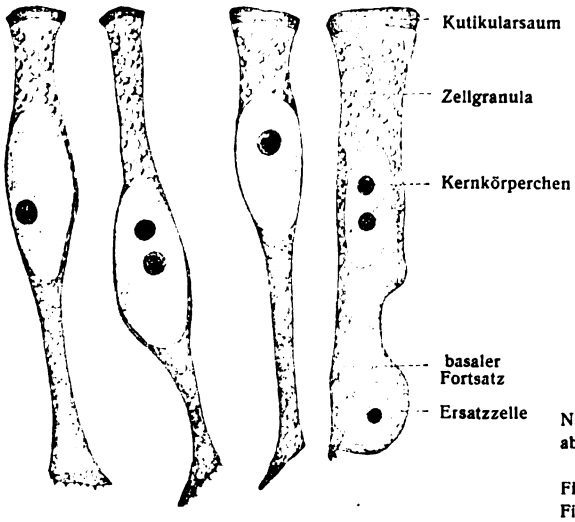


Fig. 88.

Fig. 89.

Fig. 89. **Linsenfasern** vom Menschen. 300 : 1. Nur die kerntragenden Stücke der Linsenfasern sind abgebildet; bei der benutzten Vergrößerung müßte die ganze Faser 1—2 Meter lang sein.
Fig. 87. Oberflächenbild der **Epidermis** eines kleinen Fisch-Embryo (Perca fl.); Zellengrenzen. 200 : 1.
Fig. 88. Isolierte **Zylinderepithelzellen** aus dem Froschdarm. 1000 : 1.

mäßige Umgrenzung haben (Fig. 86). Andere Platten-Epithelzellen von fünf- oder sechsseitiger Form besitzen zwar gradlinige Grenzen, doch sind diese ungleich lang (Fig. 87).

Digitized by Google

Die Zylinder-Epithelzellen sind prismatische Säulen von verschiedener Länge. Man findet alle möglichen Formen von (den sogenannten) kubischen[1]) Zellen an bis zu den langen bandartigen „Linsenfasern" der Augenlinse. Der ellipsoidische Kern steht mit seinem längsten Durchmesser in der Längsausdehnung

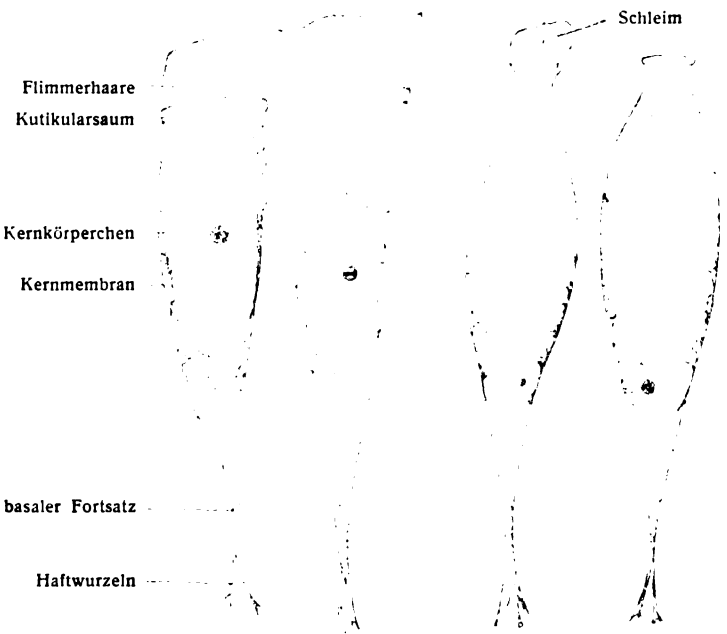


Fig. 90.

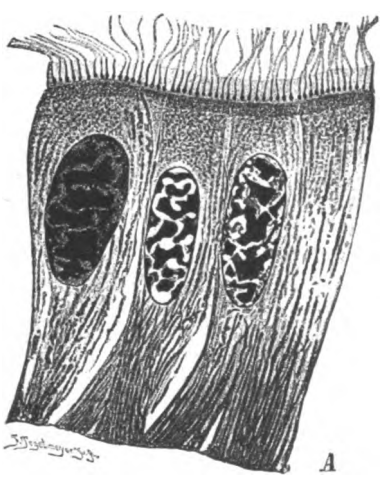
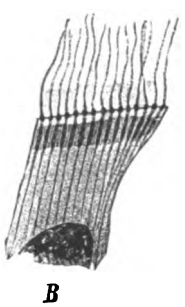


Fig. 91.



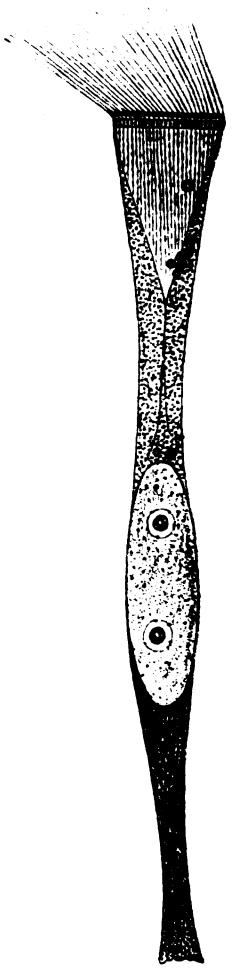


Fig. 92.

Fig. 90. **Isolierte Flimmer- und Becherzellen** vom Gaumendach des Frosches. 1000 : 1.

Fig. 91. *A* und *B*. **Flimmerzellen.** Darmepithel von Helix. (M. Heidenhain.)

Fig. 92. **Flimmerepithelzelle** von Cyclas. (W. Engelmann.)

der Zelle. Der basale Teil der Zelle trägt feine Fortsätze zur Verankerung an der Unterlage.

Die Flimmer- oder Wimper-Zellen sind zylindrische oder kegelförmige Zellen, deren freie Oberfläche mit zahlreichen, im Leben sich bewegenden (flim-

[1]) Die Bezeichnung „kubische" Zellen ist ungerechtfertigt. Würfelförmige Zellen hat wohl noch niemand gesehen; die sogenannten kubischen Zellen sind ihrer Form nach niedrige Stücke von fünf- oder sechsseitigen zylindrischen oder prismatischen Säulen.

Digitized by Google

mernden) feinen Fäden besetzt ist. Die Flimmerhaare sind in einer besonderen, festen peripherischen Zellschicht, dem Kutikularsaum, befestigt. Sie stehen dort in Verbindung mit den Basalkörperchen (Figg. 91, 92). Von diesen ziehen, wie zuerst Nußbaum (Arch. mikr. Anat., 14. Bd., 1877) gezeigt hat, auch in den Zelleib hinein feine Fäden, welche konvergierend einen Kegel „Wimperwurzelkegel" bilden. Der ellipsoidische Kern liegt in einiger Entfernung vom Kutikularsaum und steht mit dem Längsdurchmesser parallel der Längsausdehnung der Zelle. Der basale Fortsatz der kegelförmigen Flimmerzellen spitzt sich fein zu. Er kann sich in mehrere feine Fädchen spalten, welche zur Verankerung an der Unterlage dienen.

Die Wimpern bewegen sich in verschiedener Weise bei bestimmten Zellen, doch ist die Richtung des Wimperschlages stets dieselbe. An kleinen Zellen und bei schwächeren Vergrößerungen ist von den Eigentümlichkeiten der Wimperzellen nicht viel zu sehen. Erst vergleichende Untersuchungen lassen die verwickelte Struktur solcher Zellen, welche im ganzen Tierreich eine große Rolle spielen und oft die einzigen Bewegungswerkzeuge darstellen, deutlicher wahrnehmen. Man vergleiche Fig. 92, von Cyclas cornea. — Wimpern können an einfachen Plattenepithelien, niedrigen und hohen Zylinderepithelien vorkommen, sei es, daß letztere einfach oder mehrfach geschichtet sind. Die Anlage des flimmernden Apparates einer Flimmerzelle sondert sich frühzeitig von dem übrigen Zellplasma ab. Die frühzeitige morphologische Abgrenzung dieser spezifischen Plasmaschicht — der Muttersubstanz des gesamten Flimmerapparates — ist ein kardinaler, auch den Pflanzen zukommender Punkt ihrer Histogenese: A. Gurwitsch, Studien über Flimmerzellen. Arch. mikr. Anat., 57. Bd., 1901. Die „Basalkörner" faßt G. nicht als kinetische Zentren, sondern als Substanzhaufen auf, welche zum Nachwuchs der Flimmerhaare dienen. — Nach den Untersuchungen von K. Peter (Anat. Anz., 15. Bd., 1898, 1899) können kernlose Stücke von Flimmerzellen sich lebhaft bewegen; der Kern ist also ohne Bedeutung für das Spiel der Cilien. Da isolierte Wimperorgane ohne Plasmareste ebenfalls flimmern, so hat auch das Protoplasma keinen unmittelbaren Einfluß auf diese Bewegung. Das kinetische Zentrum der Flimmerbewegung ist vielmehr im Wimperapparat selbst gelegen und nur in den Basalkörperchen zu suchen. Damit stimmen die Befunde an Stücken von Spermien überein, welche sich nur bewegen, solange sie mit dem Mittelstück verbunden sind. Schwierigkeiten bestehen noch bezüglich der Identität der Basalkörperchen und Zentralkörperchen, auch bei den Pflanzen. Siehe darüber bei M. Heidenhain, Plasma und Zelle, Bd. I. Jena 1907 auf Seite 284).

Innerhalb des Verbandes der Zylinder- und Flimmer-Epithelzellen findet sich eine besondere Zellform, Schleimzellen genannt nach ihrer Funktion, Becherzellen nach ihrer Gestalt. Die Form ist abhängig von dem Gehalt an Sekret. Zellen mit wenig Sekret haben das Aussehen von Zylinderzellen; sobald der Schleim reichlicher vorhanden ist, wird die Gestalt tonnenförmig, zunächst noch schlank, dann immer bauchiger. Dabei rückt der Kern mit dem Protoplasmarest in den basalen Teil der Zelle und verändert seine Gestalt. Aus dem offenen Ende der Zelle quillt der Schleim als dichte Wolke oder Flocke hervor (Figg. 90, 104).

Die Becherzellen des Darmes entstehen aus den Zylinderzellen durch Bildung von Schleimgranula (Fig. 93) innerhalb des Protoplasma. Letztere sind anfangs sehr fein, geben aber schon die Mucinreaktion, d. h. sie färben sich intensiv mit basischen Farben. Die weitere Umbildung der Granula besteht in Vergrößerung und Zusammenfließen. Letzteres findet in der Regel erst außerhalb der Zelle statt.

Andererseits kommen in den Schleimzellen bestimmter Drüsen auch Vorstufen des Schleimes vor: Granula, welche zunächst keine Schleimfärbung geben, wandeln sich später in Schleimgranula um. Heidenhain, Plasma und Zelle, Bd. I. — G. Osawa, Über Darmepithelien. Mitt. med. Fakultät Tokio. 9. Bd. 1911.

Die Übergangs-Epithelzellen stehen den Plattenepithelzellen sehr nahe. Sie kommen nur in den ableitenden Harnwegen (Nierenbecken, Ureter, Harnblase) vor. Die oberflächlich liegenden Zellen dieser Epithelform sind breit und flach, wenn die von ihnen ausgekleideten Organe gedehnt sind, dicker, wenn sie sich

Digitized by Google

zusammengezogen haben. An der freien Oberfläche besitzen diese Zellen eine kutikulare Schicht, an ihrer unteren Fläche sind Vertiefungen vorhanden, in welche die Köpfe der tieferen birnförmigen oder spindelförmigen Zellen hineinragen. Figg. 94, 95.

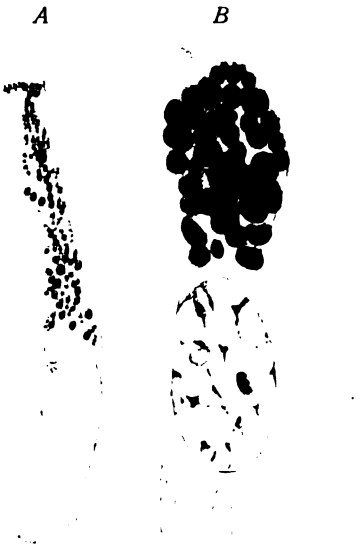


Fig. 93.

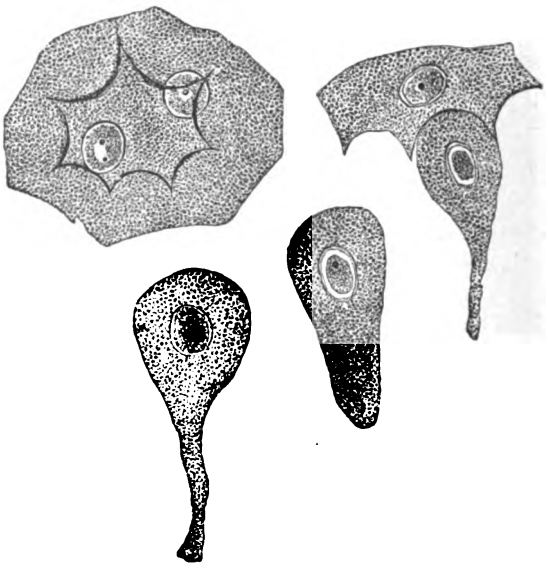


Fig. 94.

Fig. 93. **Schleimbildung** in Zellen des Darmepithels von Salamandra. *A* Zelle mit kleinen Schleimgranula. *B* Zelle mit großen Schleimgranula (nach Heidenhain, Plasma und Zelle. Bd. I).

Fig. 94. **Übergangsepithelzellen** aus der Harnblase des Kaninchens. 500:1. Links oben: breite, flache, oberflächliche Zelle mit zwei Kernen; deutlichen Kanten und Vertiefungen an der Unterfläche. Unten: zwei birnförmige Zellen der tieferen Schicht. Rechts oben: eine birnförmige Zelle, welche in einer Vertiefung der oberflächlichen Zelle steckt. (Aus Schäfer nach Klein.)

Die Verbindung der Epithelzellen untereinander zu einem Epithel, d. h. einer zusammenhängenden geschlossenen Schicht, geschieht durch Kittsubstanz (Interzellularsubstanz) oder Verbindungsbrücken (Interzellularbrücken), welche von Zelle zu Zelle ziehen, oder durch beides zusammen.

In früherer Zeit kannte man nur die Kittsubstanz als Bindemittel, bis dann fast überall die Verbindung durch Interzellularbrücken nachgewiesen wurde (Kolossow). Wo und wie weit letzteres zutrifft, muß noch weiter untersucht werden. Eine besondere Art von Kittsubstanz sind die „Schlußleisten" vieler Epithelien (meist Zylinder-Epithelien der Schleimhäute, Übergangsepithel). Sie verbinden die gegen die Oberfläche schauenden Enden der Epithelzellen und bilden so, von der Fläche gesehen, ein Netz, das „Schlußleistennetz". Fig. 96.

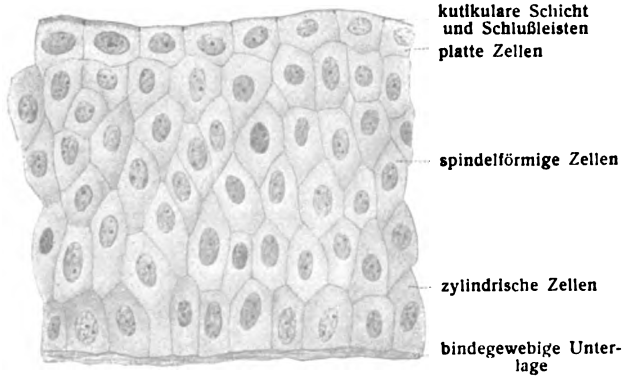


Fig. 95.

Übergangsepithel des Ureter. Querschnitt der Schleimhaut des Harnleiters vom Menschen. 500:1.

Die Interzellularbrücken kennt man seit 1863, wo sie von Schrön entdeckt, jedoch für Porenkanäle in den Zellmembranen gehalten wurden. M. Schultze und Bizzozero wiesen sie darauf als

Digitized by Google

Zellfortsätze nach. Gegenwärtig werden sie entweder für Protoplasmafortsätze gehalten, welche von einer zur anderen Zelle sich erstrecken, oder für Fortsätze der Zellmembranen, oder auch für beides. Die Entscheidung ist schwierig. Sind es Protoplasmafortsätze, wie es bei membranlosen Zellen wahrscheinlich ist, dann ergibt sich daraus nichts Geringeres, als daß das Protoplasma großer, über den ganzen Körper ausgebreiteter Zellenlager durch zahllose Fortsätze zusammenhängt. Schon bei Embryonen lassen sich die Fortsätze nachweisen. Sie erscheinen also frühzeitig und stellen einmal Befestigungsmittel der Zellen aneinander dar; andererseits bleiben Kanäle, Interzellularlücken, in welchen sich ein Saftstrom (interzellulare Flüssigkeit, Epithellymphe) bewegt, der für die Ernährung des Epithels von höchster Bedeutung ist. Auch die Wanderzellen benutzen diese Kanäle, um an die Oberfläche zu gelangen (vgl. Abt. IV).

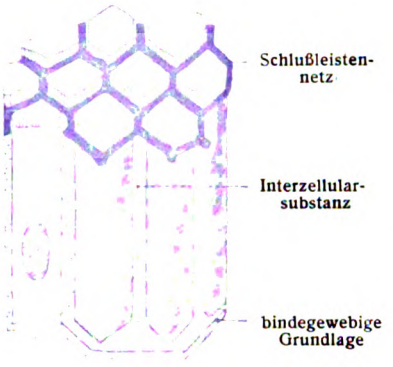


Fig. 96.

Schema des Schlußleistennetzes.
(Nach Stöhr.)

Schichtung des Epithels: Wie gesagt, bilden die Epithelzellen eine zusammenhängende Decke, ein Epithel. Nach der Zahl der übereinander liegenden Zellschichten unterscheidet man

a) einfaches (einschichtiges)
b) geschichtetes (mehrschichtiges) Epithel.

Diese beiden Formen könnten nun, theoretisch betrachtet, bei jeder der vier genannten Epithelzellarten vorkommen, doch gibt es kein einschichtiges Übergangs-Epithel. Wir werden also folgende 7 Epithelarten finden können:

1. Einfaches (einschichtiges) Platten-Epithel: Pigment-Epithel der Netzhaut, respiratorisches Epithel der Lungenalveolen, Epithel des Rete testis, Pleuroperitonaeal-Epithel. Figg. 100, 101.

Fig. 98.

Fig. 97.

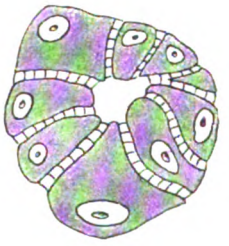


Fig. 99.

Fig. 97. **Interzellularbrücken.** Schnitt durch die Epidermis vom Menschen. 1000:1. Die Interzellularlücken sind erweitert. Die Ranvierschen Knötchen der Interzellularbrücken sind wohl deswegen nicht vorhanden.

Fig. 98. **Stachelzellen der Mundschleimhaut.** 600:1.

Fig. 99. **Interepitheliale Zellbrücken und interepitheliale Gänge.** Querschnitt einer Glandula gastrica der Katze. Schema. (A. Kolossow, 1898.)

Digitized by Google

2. Geschichtetes (mehrschichtiges) Platten-Epithel, Epidermis, Epithel der Mundhöhle, des Oesophagus, freier Rand des wahren Stimmbandes, Vagina, Cornea. Figg. 102, 103.

Hier ist zu bemerken, daß nur die oberflächlichste Zellschicht aus platten Zellen besteht. Die unterste Zellenlage ist zylindrisch, die folgenden sind polyedrisch mit Druckstellen seitens der benachbarten Zellen versehen, die nächst der Oberfläche befindlichen sind platt, aber erst die äußersten sind dünn, schüppchenartig. Entsprechend der Zellform ändern sich auch Gestalt und Lage des Kerns. Er ist ellipsoidisch in der unteren Zylinderzellenlage, sphärisch in den mittleren Lagen, abgeplattet in den oberen Schichten.

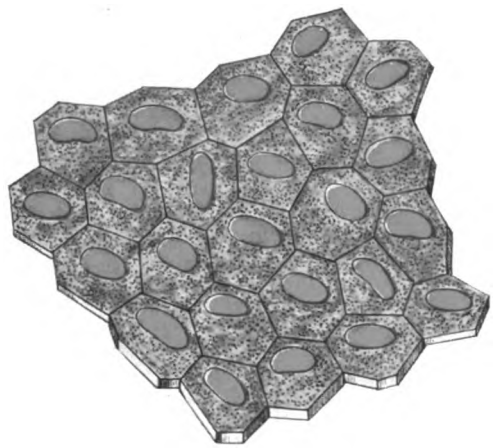


Fig. 100.

Einschichtiges Plattenepithel. Stereometrische Darstellung. (Nach Tourneux.)

3. Einfaches Zylinder-Epithel: Im Darmtraktus von der Cardia bis zum Anus, in zahlreichen Drüsenausführungsgängen und Drüsen (Thyreoidea, Niere, Prostata, Vesicula seminalis), Zentralkanal des Rückenmarks, Ductus deferens.

4. Geschichtetes Zylinder-Epithel: Auf der Conjunctiva palpebrarum, in den Hauptausführungsgängen großer Drüsen, in der männlichen Harnröhre, im Ductus epididymidis.

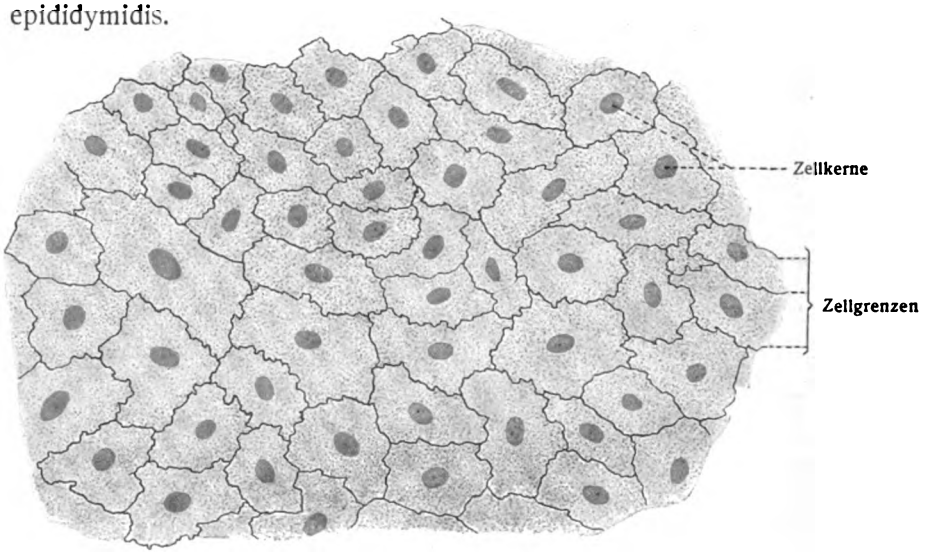


Fig. 101.

Peritonaeales Epithel vom großen Netz des Menschen. Zellkerne blau, Zellgrenzen durch Silber dargestellt.

5. Einfaches Flimmer-Epithel: In den kleinen Bronchien, im Eileiter, im Uterus, in den Nebenhöhlen der Nase, in den Kanälen des Nebenhodenkopfes.

6. Geschichtetes Flimmer-Epithel: Im Respirationstraktus von der Nase bis zu den kleinen Bronchien mit Ausnahme des freien Randes vom wahren Stimmband, in der Tuba auditiva (Eustachii), im Ductus nasolacrimalis.

Digitized by Google

7. Geschichtetes Übergangsepithel: Im Nierenbecken, Ureter, Harnblase.

Die Entscheidung, ob ein Zylinder- oder Flimmer-Epithel als mehrschichtig zu betrachten ist, wird aus verschiedenen Gründen schwer. Zunächst kann die Mehrschichtigkeit dadurch vorgetäuscht werden, daß nur die Kerne in verschiedenen Höhen liegen, während die Zellen sämtlich mit der

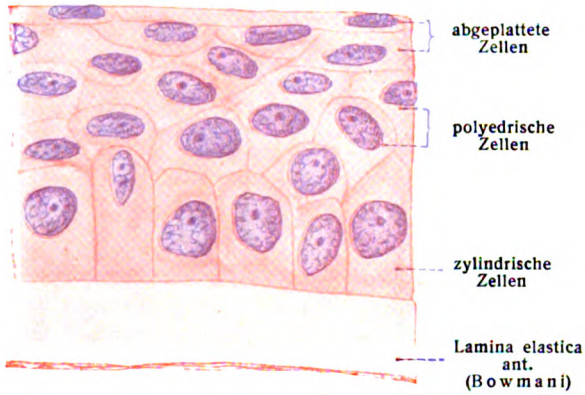


Fig. 102.

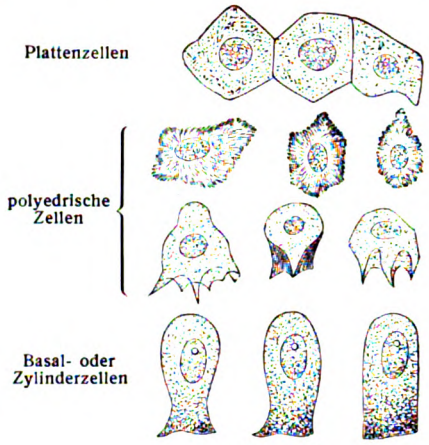


Fig. 103.

Fig. 102. **Geschichtetes Plattenepithel.** Durchschnitt durch das Epithel der Hornhaut d. Menschen. 500 : 1.
Fig. 103. **Epithelzellen der Hornhaut,** isoliert. 700 : 1.

Unterlage in Verbindung sind. Solche Epithelien bezeichnet man auch als mehrreihig oder mehrzeilig. Beispiele sind das Flimmerepithel der Nasenhöhle und das Epithel des Ductus epididymidis.

Äußere und innere Differenzierungen an Epithelzellen sind außerordentlich mannigfaltig; sie alle erschöpfend aufzuführen würde ermüdend und wenig nützlich sein, ein kurzer Überblick mag von dem Reichtum verschiedener Formen eine gewisse Vorstellung geben.

Von äußeren Differenzierungen haben wir schon Interzellularbrücken und Flimmerhaare kennen gelernt. Außer den beweglichen Anhängen oder Kinocilien sind an der freien Oberfläche mancher Zellen starre Fädchen, Stereocilien, beschrieben worden. Eine andere Form von Anhängen sind die sekretleitenden Faden-Büschel an der Oberfläche von Zellen, z. B. Ductus epididymidis.

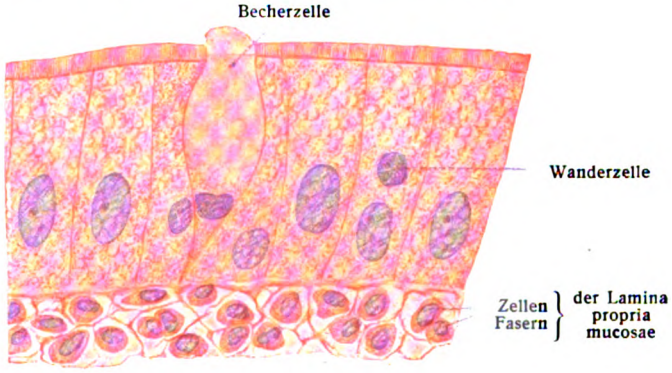


Fig. 104.

Zylinderepithel. Schnitt (Ileum, Mensch). 1000 : 1.

Fortsätze besonderer Art sind an den Zellen des Stratum pigmenti der Netzhaut vorhanden. Es sind Protoplasmafortsätze mit Pigmentkörnchen beladen, welche bei Belichtung und Verdunkelung der Zellen Wanderungen antreten (Fig. 106). Jede Zelle trägt ein ganzes Büschel solcher Fortsätze.

Eigenartig gestaltet sich die freie Fläche der Darmepithelzellen. Der feinere Bau des am freien Ende befindlichen Stäbchensaumes oder Porensaumes ist schwer zu erkennen. Man bemerkt leicht, daß dieser Saum senkrecht gestreift ist. Aber er setzt sich vielleicht aus fingerförmigen Fortsätzen des Zellprotoplasma zusammen, die in eine besondere kutikulare Masse eintauchen (Fig. 104). Hierüber liegen Untersuchungen von R. Heidenhain und Osawa vor.

Eine andere Form äußerer Differenzierung stellt der sogenannte Bürstenbesatz von Epithelzellen dar. In den Lieberkühnschen Darmdrüsen, in den Fundusdrüsen des Magens, in den ge-

Digitized by Google

wundenen Kanälchen der Niere findet man während der Sekretion mehr oder weniger deutliche Besätze von feinen unbeweglichen Härchen oder Stäbchen am freien Ende, die während der Ruhe verschwinden (Nußbaum, Arch. mikr. Anat., 27. Bd., 1886).

Hier würde eine große Reihe von Differenzierungen an Epithelzellen der Sinnesorgane sich anzuschließen haben; von diesen wird in dem Abschnitt der Sinnesorgane die Rede sein.

Innere Differenzierungen treten in verschiedenster Weise auf. Eine solche sehen wir in den Hornhaut- und Linsenepithelzellen, deren Protoplasma eine überaus klare, durchsichtige Beschaffenheit angenommen hat, wie sie sich für den Durchgang der Lichtstrahlen am besten

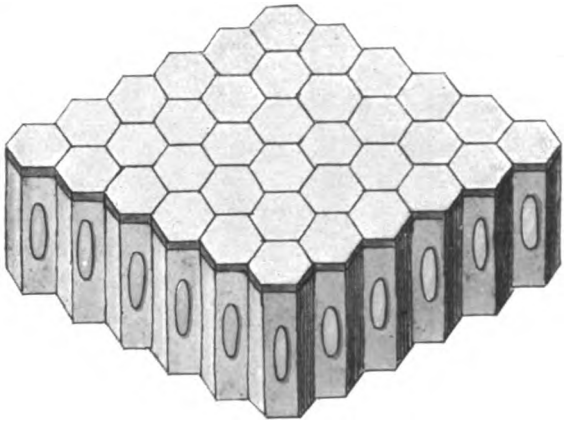


Fig. 105.

Einschichtiges Zylinderepithel. Stereometrische Darstellung. (Nach Tourneux.)

Fig. 106.

2 Zellen vom Pigmentepithel der Netzhaut des Menschen. Seitenansicht. Der untere Teil der Zelle ist pigmentlos, nach oben ragen die langen, wimperförmigen Fortsätze hervor. Der Kern ist nicht dargestellt.

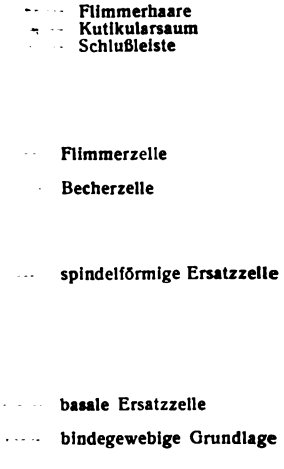


Fig. 107.

Geschichtetes (mehrzelliges) **Flimmerepithel.** Schnitt (Nasenhöhle. Mensch).

eignet. Einen Gegensatz hierzu haben wir in den Pigmentepithelzellen vor uns, in deren Protoplasma zahlreiche kleine, undurchsichtige Körperchen den Durchgang des Lichtes hindern.

Wiederum eine Ausbildung klarer, durchsichtiger, aber stark abgeplatteter, kernlos gewordener epithelialer Gebilde tritt uns entgegen im respiratorischen Epithel der Lungen, neben kleinen, granulierten, kernhaltigen Epithelzellen. Wir werden diese Elemente später als Epithelium respiratorium genauer kennen lernen.

Die bacilläre Art innerer Differenzierung (Stäbchenstruktur) in den Epithelzellen der Alveolen der funktionierenden Milchdrüse, in den Ausführungsgängen mittleren Kalibers der Speicheldrüsen (Rauber, Pflüger), sowie in den Nierenepithelien, ist nach Meves mitochondrialer Herkunft.

Digitized by Google

Eine interessante Form innerer Differenzierung ist die normale Verkalkung von Epithelzellen bei der Schmelzbildung der Zähne. Jedes lange Schmelzprisma ist der verkalkte Teil einer Epithelzelle. Diesen Kalk- oder Titano-Epithelzellen stehen gegenüber die Aëro-Epithelzellen, bei welchen Luft in die interepithelialen Labyrinthe eindringt und die Ernährungsflüssigkeit verdrängt; so bei einer Form des Ergrauens der Haare, ferner an weißen Stellen der Fingernägel. Die Luft kann von hier aus in die Zellen selbst eindringen, wie Untersuchungen an Tieren gezeigt haben (Waldeyer).

In großer Ausdehnung über den ganzen Körper hin erstreckt sich der Vorgang der Verhornung. Die Verhornung ist entweder eine die ganze Zelle betreffende, totale, wie bei dem Oberhäutchen der Haare; oder eine unvollständige, wie in der Hornschicht der Epidermis und der Nägel. Der Vorgang der Verhornung vollzieht sich im ausgebildeten Fall in der Weise, daß in gewissen Zellenlagern eine Vorstufe des Keratins, das sogenannte Keratohyalin (Waldeyer) in Körnchen auftitt, die sich in den angrenzenden Schichten verflüssigen und darauf zur Bildung der Keratinmembranen der jenseits gelegenen Kerato-Epithelzellen oder Hornschüppchen Veranlassung geben.

Eine andere Art der inneren Differenzierung von Epithelien ist in den Fett- oder Pio-Epithelzellen gegeben, wie sie in den Epithelien der Talg- und Milchdrüsen sich zeigt. Damit aber ist der Anfang gemacht zu der Untersuchung jenes Heeres von inneren Umwandlungen, welche wir in den verschiedenen epithelialen Drüsen begegnen. Sie werden in der Lehre von den Organen später in das Auge zu fassen sein.

Hier kann das Gewebe der Chorda dorsalis seine Stelle finden. Es besteht aus dichtgedrängten, in späteren Stufen membranhaltigen, durch Interzellularbrücken (Studnicka) verbundenen Zellen, deren spärliche Interzellularsubstanz zunächst weder Collagen noch Chondrin enthält. In späteren Stadien aber bildet sich innerhalb des Chordagewebes hier und da durch Verdickung der Zellwände unter chemischer Umwandlung derselben der sogenannte Chordaknorpel. Deshalb rechnen manche Autoren das Gewebe der Chorda zum Bindegewebe, während andere es zum Epithelgewebe rechnen (siehe S. 96). Schaffer weist nach, daß es weder zum Knorpel- noch zum Bindegewebe zu rechnen ist. Er betrachtet es als den Typus einer besonderen Stützsubstanz, welche als „phylogenetischer Vorläufer des Knorpelgewebes betrachtet und als . . . chordoides Stützgewebe" bezeichnet werden kann (Anat. Anz., 37. Bd., 1910). — Siehe auch Studnicka, Anat. Anz., 38. Bd., 1911.

Gewucherte Reste der Chorda sind auch beim Erwachsenen noch vorhanden. Diesen werden wir in der Bänderlehre begegnen.

Fuchs, Über Beobachtungen an Sekret- und Flimmerzellen. Anat. Hefte, 25. Bd., 1904. — Braus, Sekretkanälchen und Deckleisten. Anat. Anz., 22. Bd., 1903. — Eggeling, Über die Deckzellen im Epithel von Ureter und Harnblase. Anat. Anz., 20. Bd., 1901. — Heidenhain, Über die Struktur der Darmepithelzellen. Sitz. Ber. phys. med. Ges. Würzburg 1899. — Lenhossék, Über Flimmerzellen. Verh. Anat. Ges. 1898. — Studnicka, Über Flimmer- und Cuticularzellen. Sitzber. Böhm. Ges. Wiss. Prag 1899. — Zimmermann, Beiträge zur Kenntnis einiger Drüsen und Epithelien. Arch. mikr. Anat., 52. Bd., 1898. Außerordentlich reichhaltige Angaben über feineren Bau der Epithelzellen, besonders vom Menschen.

2. Das Bindesubstanzgewebe.

Definition: Das Bindesubstanzgewebe besteht aus Interzellularsubstanz (Interfibrillarsubstanz), Zellen und Fasern, es stammt vom mittleren Keimblatt, bildet die Gerüst- und Stützorgane des Organismus, liefert das Blut und die Lymphe.

Die in diese Gruppe gehörigen Gewebe zeigen zwar viele und bedeutende Verschiedenheiten unter sich, bilden aber durch ihren Ursprung, ihre Umbildungen, ihre vergleichend-anatomischen Merkmale und zum großen Teil auch durch ihre Funktionen ein zusammengehöriges Ganzes. Die Vereinigung der meisten dieser Gewebe zu einer besonderen Gruppe unter dem Namen Bindesubstanz geschah zuerst durch Reichert 1845. Anfänglich mit Widerstreben aufgenommen, hat sich diese Aufstellung um so mehr bewährt, je weiter seitdem die Untersuchungen vorgeschritten und im ganzen wie im einzelnen bessere Grundlagen gewonnen worden sind.

Digitized by Google

Die Bindesubstanzen, sagt Rauber, bilden nicht bloß dem Wesen nach ein Ganzes, sondern ein auch körperlich in allen Teilen zusammenhängendes wunderbares Gerüst, welches zwischen den Gebilden des übrigen Körpers liegt und teilweise in sie eindringt. Die Durchdringung geht an manchen Orten so weit, daß Elemente der Bindesubstanz (farblose Blutkörperchen, Pigmentzellen der Bindesubstanz) von dem allgemeinen Verband sich lösen und für sich allein andere Gewebe durchdringen. So kann man sich die Bindesubstanz unter dem Bilde eines Baumes vorstellen, der im Körper sich ausgebreitet hat, in erster Linie den Körper und sich selbst stützt, aber auch zu seiner Ernährung wichtige Beiträge liefert und sogar einzelne Blätter fallen läßt zum Nutzen des Ganzen.

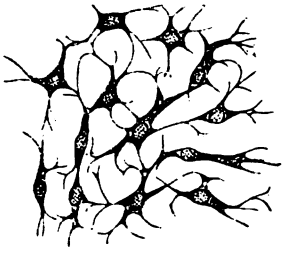


Fig. 108.
Embryonales Bindegewebe.
400 : 1.

Die Form dieses Gesamtgerüstes ist allerdings keine streng baumförmige, sondern eine verwickeltere, wie sich des weiteren ergeben wird, wenn der Bauplan des Körpers zur Untersuchung gelangt.

Von den drei Komponenten, welche in jeder Untergruppe des Bindesubstanzgewebes vorhanden sein müssen, ist der ursprüngliche Bestandteil, von welchem die anderen abstammen, die Zelle. Sie erzeugt die Interzellularsubstanz und bildet die Fibrillen. — Bei jungen Embryonen findet sich zunächst als Bindegewebe oder Mesenchym ein Netzwerk von Zellen, deren Ausläufer miteinander in Verbindung stehen. Von ihnen stammen die zahlreichen Formen der Bindesubstanzgruppe ab.

Die Interzellularsubstanz befindet sich als eine strukturlose Masse zwischen den Zellen und den Fasern. Sie ist also nicht allein eine Interzellular- sondern auch eine Interfibrillarsubstanz.

Schaffer (Anat. Anz., 19. Bd., 1901) bezeichnet diese strukturlose Zwischenmasse als Kittsubstanz. Siehe auch v. Korff: Merkel u. Bonnet, Ergebnisse, 17. Bd., 1909.

Nach R. Virchow, Kölliker und andern entsteht sie durch Ausscheidung von seiten der Bindegewebszellen. Gegenüber dieser „Sekretionslehre" tritt in neuerer Zeit wieder die andere Anschauung in den Vordergrund, daß die Interzellularsubstanz entsteht durch Umbildung des Exoplasma der Zellen („Exoplasmalehre"), wozu erst später Ausscheidungen von seiten der Zellen hinzukommen.

Heidenhain, Plasma und Zelle. Jena. G. Fischer. — Studnicka, Exoplasma oder Metaplasma? Sitzber. Böhm. Ges. Wiss. Prag 1907. — Derselbe, Über einige Grundsubstanzgewebe. Anat. Anz. 1907. — Derselbe, Das Gewebe der Chorda dorsalis und die Klassifikation der sogenannten „Stützgewebe". Anat. Anz., 38. Bd., 1911.

Der Name Grundsubstanz umfaßt Fibrillen plus Interfibrillar- bzw. Interzellularsubstanz.

Über die Herkunft der Fasern siehe weiter unten S. 88, 92.

Bei der Vielgestaltigkeit der Bindesubstanzgewebe ist eine Klassifikation dringend notwendig. Durch die folgende Einteilung erleichtert Waldeyer den Studierenden die Erlernung dieses schwierigen Kapitels. Mit ihm sagen wir:

Das Bindesubstanzgewebe besteht aus Interzellularsubstanz, Zellen und Fasern.

I. Gruppe: enthält diejenigen Formen, in welchen die Fasern vorherrschen.

1. Gewöhnliches lockeres Bindegewebe. Als Perimysium int., Endoneurium, zwischen und im Innern drüsiger Organe, Tela subcutanea etc.
2. Geformtes (straffes) Bindegewebe. Als Sehnen, Fascien, Aponeurosen, Tunica fibrosa oculi, Albuginea etc.
3. Elastisches Gewebe. Lig. nuchae, Ligg. interarcuata, Ligg. intercostalia, in der Wand der Blutgefäße.

II. Gruppe: Enthält diejenigen Formen, in welchen die Interzellularsubstanz vorherrscht.

Digitized by Google

4. Knorpel-Gewebe.
   a) Hyaliner Knorpel. Als Rippen- und Gelenkknorpel, in Kehlkopf, Trachea, Nase, sowie an einigen anderen Orten.
   b) Faserknorpel. Als Fibrocartilago intervertebralis, in den Menisci und Disci articulares, Lig. teres femoris, Pfannenlippen der Gelenke, in manchen Sehnen und Sehnenscheiden.
   c) Netz- oder elastischer Knorpel. Im Ohr, Epiglottis, Cart. arytaenoidea, corniculata, cuneiformis des Kehlkopfes.
5. Knochengewebe. In den Knochen des Skeletes und in einigen Sinnesorganen, in einer Reihe dem Muskelsystem näher stehender Knochen (Sesambeine, Sehnenverknöcherungen), sowie in den Zähnen als Zement. Endlich sind hier die Altersverknöcherungen der Kehlkopf- und Rippenknorpel zu erwähnen.
6. Zahnbeingewebe. Nur in den Zähnen.

III. Gruppe: Enthält diejenigen Formen, in welchen die Zellen vorherrschen.

7. Fettgewebe. Überall im Körper, besonders stark in Tela subcutanea, Mesenterium, Capsula adiposa renis.
8. Lymphoides (cytogenes, adenoides, retikuläres) Gewebe. In Lymphknoten, Blutgefäßdrüsen, Knochenmark, Thymus (?).
9. Pigmentiertes Bindegewebe. In Tunica vasculosa oculi.
10. Endothelgewebe. Als Auskleidung von Binnenräumen: in Blut- und Lymphgefäßen, Lymphräumen.
11. Embryonales Bindegewebe. Beim Embryo und Fetus.

Unsere Aufgabe wird es nun sein, diese Formen näher zu betrachten.

1. Das gewöhnliche (lockere) Bindegewebe besteht aus Interzellular-(Interfibrillar-)substanz, collagenen sowie elastischen Fasern, fixen Bindegewebszellen, Wanderzellen, granulierten Zellen [Mastzellen (Ehrlich), Plasmazellen (Waldeyer), Clasmatocyten (Ranvier)]. Dazu kommen einzelne Fettzellen und pigmentierte Bindegewebszellen. Fig. 109.

Die Fasern anscheinend regellos durcheinander gewirrt, kreuzen sich in den verschiedensten Richtungen. Dem Aussehen nach, sowie im physikalischen und chemischen Verhalten verschieden sind zu unterscheiden:

a) collagene (leimgebende) Fasern.
b) elastische Fasern.

Die collagenen Bindegewebsfibrillen sind äußerst fein, von oft sehr bedeutender Länge, blasser Farbe, gleichartigem Aussehen, ohne Spur von Streifung. Sie bestehen aus Collagen, geben beim Kochen Leim (Glutin). Sie liegen entweder einzeln oder zu Bündeln von verschiedener Dicke vereinigt. Eine spärliche Menge interfibrillärer Substanz hält sie zusammen. Solche Bindegewebsbündel zeigen eine zarte Längsstreifung, besitzen eine gewisse Festigkeit und sind zwar biegsam, aber wenig dehnbar.

Die Bindegewebsbündel haben entweder die Form langer, leicht wellenförmig verlaufender Stränge von gleichbleibender Dicke und treten ohne unmittelbare Verbindung mit anderen ihrer Art zu größeren sekundären und tertiären Bündeln zusammen; oder sie verästeln sich, treten mit den Ästen anderer Bündel zusammen und geben so Veranlassung zur Bildung der zierlichsten Netze.

Verhalten gegen Reagentien: Durch die Anwendung von Kalkwasser, Barytwasser, übermangansaures Kali, Pikrinsäure usw. kann man das Bündel in seine einzelnen Fibrillen zer-

Digitized by Google

legen, indem jene Mittel das helle Bindemittel der Fibrillen auflösen. Auf Zusatz verdünnter Säuren, z. B. Essigsäure, quellen die Bündel auf und werden gallertartig durchsichtig. Sie lösen sich im Magensaft, aber nicht in Trypsin und liefern, wie schon gesagt, beim Kochen Leim.

Altersveränderungen: Die collagenen Fasern jugendlicher Personen sind weniger resistent gegen die genannten Einwirkungen; mit zunehmendem Alter werden sie fester und widerstandsfähiger.

Die elastischen Fasern sind meist drehrund, manchmal auch bandartig. Sie sind in hohem Maße elastisch. Ihr Durchmesser schwankt (von Bruchteilen eines μ bis zu neun μ); sie sind netzartig verbunden, haben einen scharfen, dunklen Umriß, starken Glanz, welcher der Ausdruck des hohen Lichtbrechungsvermögens ist. Vermöge ihrer Elastizität schnurren die abgerissenen Enden (im Präparat) zusammen und bilden charakteristische gewundene Figuren. Fig. 110.

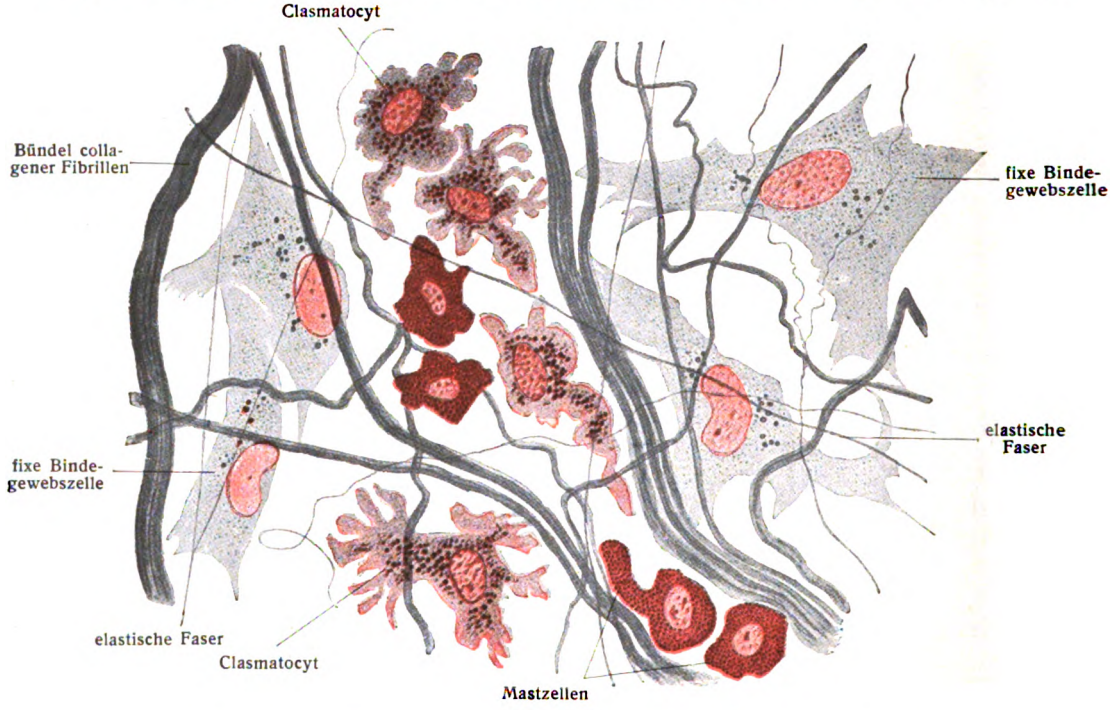


Fig. 109.

Lockeres Bindegewebe von der Katze. (Maximow.) Supravitale Färbung mit Neutralrot.

Verhalten gegen Reagentien: Gegen Säuren und Alkalien sind die elastischen Fasern sehr widerstandsfähig, sie werden aber durch Trypsin allmählich völlig aufgelöst. In Wasser wird elastisches Gewebe selbst durch 60stündiges Kochen nicht gelöst. 30stündiges Kochen bei 130° im Papinschen Topf verwandelt das elastische Gewebe in eine bräunliche Masse mit besonderen chemischen Eigenschaften.

Die fixen Bindegewebszellen haben einen platten, flach ausgebreiteten Zelleib mit zackigem Umriß und plattenartigen oder flügelförmigen Fortsätzen, welche mit den Ausläufern anderer Zellen in Verbindung stehen. Ihr Protoplasma zeigt netzartige Anordnung. Die Fortsätze werden nach der Peripherie äußerst fein und dünn, so daß am Schnittpräparat der Umriß kaum bestimmbar ist.

Sie sind hoch differenzierte Zellen und erzeugen nach Maximow bei ihrer Vermehrung nur ihresgleichen, nach Veratti aber liefern sie unter gewissen Bedingungen die Plasmazellen.

Zentralkörperchen sind durch eine Anzahl Autoren, u. a. Spuler, Maximow, beschrieben worden.

Digitized by Google

Der Kern ist ziemlich groß, platt, ellipsoidisch mit zahlreichen feinen blassen Chromatinteilchen, einer deutlichen Membran und einem oder mehreren Kernkörperchen.

Die Wanderzellen (Fig. 112) sind durch v. Recklinghausen im Bindegewebe zuerst gesehen worden. Gestalt und Aussehen dieser Zellen sind verschieden. Neben kleinen, kugelrunden Zellen mit spärlichem Protoplasma, deren kugeliger Kern das dichte Gefüge der Lymphocyten des Blutes zeigt, gibt es größere Formen mit stärker ausgebildetem Zelleib, welche vielleicht weitere Entwicklungsstufen dieser kleinen Wanderzellen sind. Sie zeigen amoeboide Bewegung, ihr Kern ist sphärisch, hufeisenförmig oder gelappt.

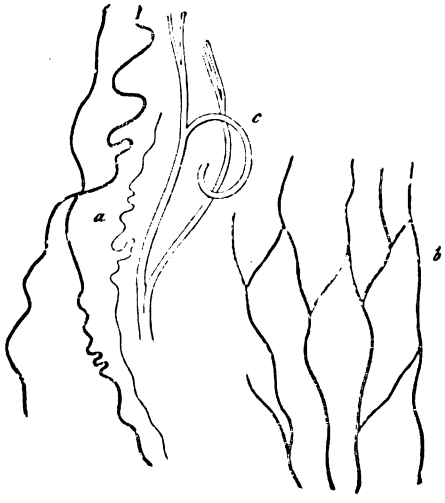


Fig. 110.

Fig. 111.

Fig. 111. **Bindegewebsfibrillen.** 350 : 1.

Fig. 110. **Elastische Fasern** des Menschen. *a* unverzweigte feinste und feinere; *b* Netzwerk feinerer elastischer Fasern; *c* eine verästelte dicke Faser.

Die Gruppe der granulierten Zellen umfaßt drei verschiedene Formen:

1. Mastzellen (Ehrlich),
2. Plasmazellen (Waldeyer),
3. Clasmatocyten (Ranvier).

Sie sollen nach einigen Autoren von den farblosen Blutkörperchen stammen. Ihnen allen ist gemeinsam, daß der Zelleib eine Menge feiner oder gröberer Körnchen (Granula) enthält.

Die Mastzellen (Fig. 109) sind plumpe große Zellen. Die großen kugeligen (wasserlöslichen) Granula erfüllen den Zelleib vollständig, so daß der Kern oftmals vollkommen verdeckt wird, sie färben sich (metachromatisch) mit basischen Anilinfarben. Diese Zellart kommt in der Nähe von Blutgefäßen und von Epithellagern, ebenso im jungen lockeren Bindegewebe vor. Auch in Hungerzuständen bleiben sie erhalten und bewahren ihre Eigenschaften, indem sie z. B. bei Fledermäusen vor und nach dem Winterschlaf ungefähr gleich zahlreich vorhanden und gleich beschaffen sind (Ballowitz). Von dem allgemeinen oder lokal gesteigerten Ernährungszustand des Tieres können sie daher nicht abhängig sein, wie Ehrlich annahm. Ihr Name paßt daher mehr für ihre eigene Fülle, während ihre Bedeutung noch ungewiß ist.

Über die Mastzellengranula siehe Schaffer. Verh. morph.-phys. Ges. Wien. In: Zentralbl. Physiol., 21. Bd., und Weidenreich: Zur Kenntnis der Zellen mit basophilen Granulationen im Blut u. Bindegewebe. Folia haematologica, 5. Bd., 1908.

Digitized by Google

Die Plasmazellen sind rundliche, ovale, spindelförmige, oder mehrere Ausläufer treibende Zellen. Ihr Protoplasma färbt sich mit basischen Anilinfarben dunkel, zeigt aber keine deutliche Körnung. Sie kommen hauptsächlich in der Umgebung der Blutgefäße vor. Der Kern ist sphärisch mit einzelnen groben Chromatinkörnchen an der Membran (Radkern von Unna). Fig. 112.

Die Clasmatocyten haben einen großen, meist spindelförmigen, weit ausgedehnten granulierten Zellkörper. Die Eigentümlichkeit, welcher sie ihren Namen verdanken, besteht darin, daß sich Teile ihres Protoplasmakörpers abschnüren und

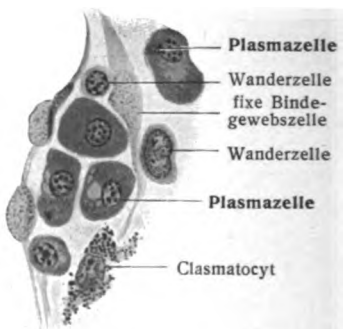


Fig. 112.

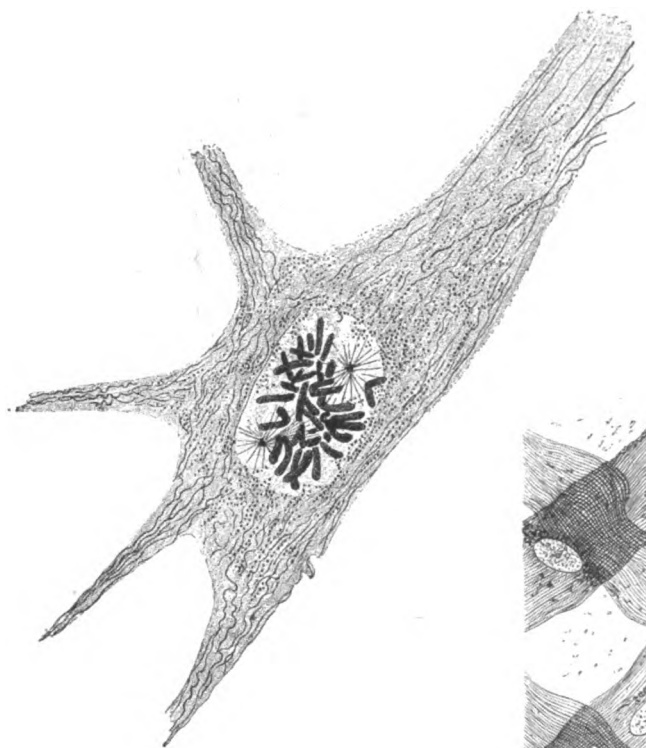


Fig. 113.

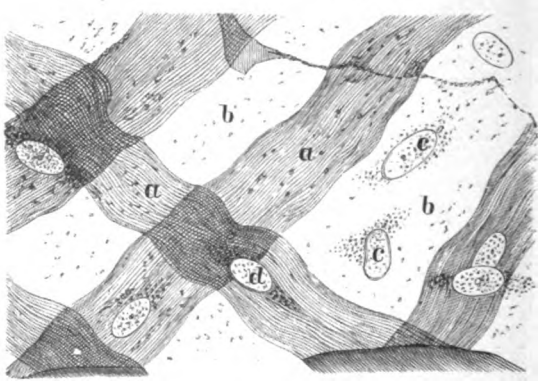


Fig. 114.

Fig. 112. **Plasmazellen** aus dem Netz des Kaninchens. (Maximow.)

Fig. 113. **Entstehung von Bindegewebsfibrillen.** Bindegewebszelle in Teilung begriffen. Zellkörper kontrahiert, Fibrillen darin deshalb in geschlängelter Form. Körnchen um die Kernfigur. (W. Flemming, 1897.)

Fig. 114. **Bindegewebshäutchen** aus dem Unterhautzellgewebe. (Nach A. Key und G. Retzius.) ca. 750:1.
a, a Fibrillenbänder; *b, b* Stellen, an denen die Häutchenzellenschichten miteinander verknüpft sind; *c, c* Kerne der letzteren; *d* Kern der Häutchenzellen auf einem Fibrillenbande aufliegend.

rasch zerfallen, während sich der Zelleib wieder regeneriert. Ranvier hält dies für eine sekretorische Erscheinung. Figg. 109, 112.

Zu erwähnen ist noch, daß im lockeren Bindegewebe auch Fettzellen und pigmentierte Bindegewebszellen vorkommen können. Über deren Bau s. weiter unten.

Die Bildung der collagenen Fasern geht aus von den fixen Bindegewebszellen, welche darum als Inoblasten oder Fibroblasten bezeichnet werden. Über den Ort ihrer Entstehung bestehen zwei Anschauungen. Nach Flemming, Spuler, Retterer, Maximow entstehen sie im Innern der Zellen, nach Kölliker und Merkel differenzieren sie sich aus einer homogenen Interzellularsubstanz zwischen den Zellen, wie es Merkel noch jüngst wieder dargestellt hat. Nach der ersteren Anschauung treten die Fäserchen auf innerhalb der peripherischen, hellen, homogenen Schicht (im Exoplasma) des Zelleibes, und zwar gleichzeitig über ganze Reihen von Zellen hinweg.

Digitized by Google

Später trennen sie sich von ihrem Mutterboden und können vielleicht selbständig weiterwachsen. Treten am bestimmten Ort mächtige Lager fibrillogener Zellen in Tätigkeit, so werden, wenn jede einzelne ein hohes Maß von Tätigkeit entwickelt, daraus gewaltige Organe von fibrillärer Bindesubstanz hervorgehen und zwar derart, daß die Gliederung in Fibrillenbündel primärer, sekundärer und tertiärer Art immer sichtbar bleibt. Im entgegengesetzten Fall, wenn wenige, zerstreute, fibrillogene Zellen eine geringe Tätigkeit entfalten, werden nur feine Häute oder dünne, zarte Spangen daraus hervorgehen.

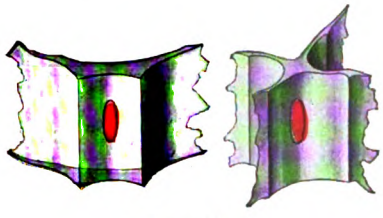


Fig. 115.

Fig. 116.

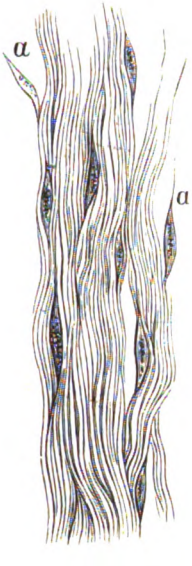


Fig. 117.

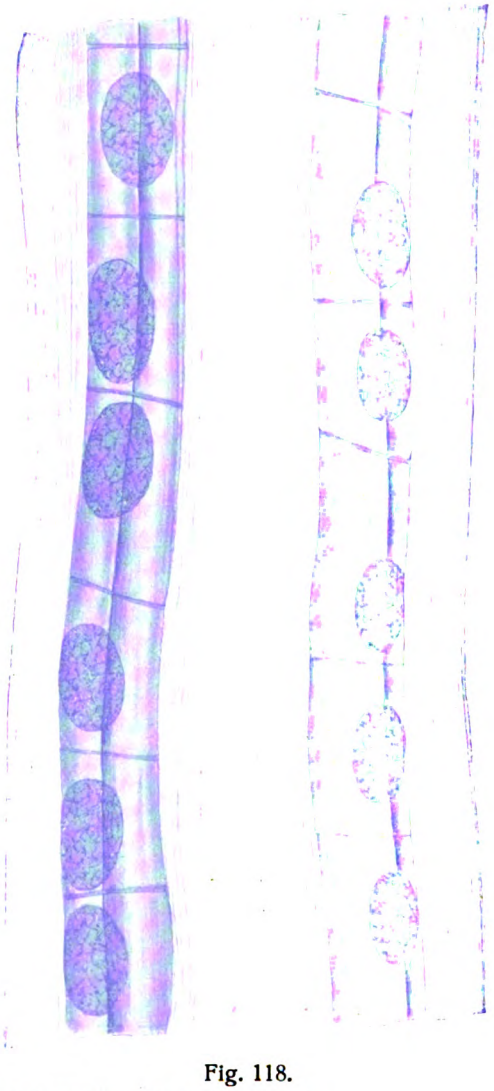


Fig. 118.

Fig. 115. **Plastische Darstellung von Sehnenzellen.** (Nach Tourneux.)

Fig. 116. **Umsponnene Faser.** Arachnoidea des Menschen. Mit Essigsäure behandelt. (Nach Toldt.)

Fig. 117. **Bindegewebsfibrillen** aus einer Sehne. (Nach Rollet.) ca. 500:1. *a, a* scheinbare Spindelzellen.

Fig. 118. **Reihen von Sehnenzellen** aus dem Rattenschwanz.

Nach beendeter Fibrillenbildung werden die Zellen je nach Form und Zusammensetzung des fertigen, bindegewebigen Organs verschiedene Formen annehmen müssen, wie sie ihnen von der Umgebung aufgeprägt werden.

So begegnen wir spindel- und sternförmigen, netzförmig sich vereinigenden Elementen, epithelähnlich aneinandergereihten platten Zellen (endotheloide Zellen), welche die primären Fibrillenbündel einscheiden. Die endotheloiden Zellen können, wenn sie mehreren Bündeln zugleich anliegen, die

Digitized by Google

sonderbarsten Formen annehmen, zu sogenannten Flügel- und Schaufelradzellen sich gestalten. Die Protoplasmareste ziehen sich dabei auf den Kern zurück, während die Seitenteile in hellere Platten umgewandelt werden.

Wird ein von endotheloiden Zellen umscheidetes Fibrillenbündel mit Essigsäure behandelt, so quillt die Fibrillenmasse stark auf, während die Umscheidung ein wechselnd großes Hindernis entgegenstellt. An gewissen Stellen treten daher Ausbuchtungen, an anderen Einschnürungen hervor, deren Lage stärkeren Zellausläufern entspricht (Fig. 116), sogenannte umspinnende, besser umsponnene Fasern genannt.

Spuler, Beiträge zur Histologie und Histogenese der Binde- und Stützsubstanz. Anat. Hefte, 7. Bd., 1897. — Maximow, A., Experimentelle Untersuchungen usw. Beiträge zur path. Anat. u. allgem. Path., Suppl., 5. Bd., 1902. — Derselbe: Über die Zellformen des lockeren Bindegewebes. Arch. mikr. Anat., 67. Bd., 1906. — Ehrlich u. Lazarus, Die Anämie. Wien 1898.

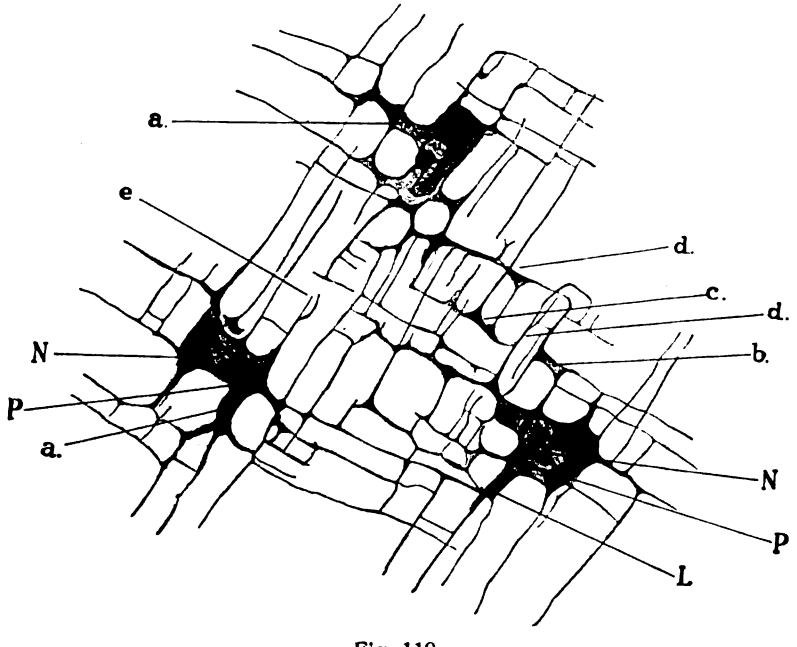


Fig. 119.

Fixe Bindegewebszellen aus der Hornhaut der Taube. Hornhautkörperchen. (Nach H. Virchow.) *L* = Protoplasmaleiste; *N* = Kern; *P* = Protoplasma; *a, b, c, d, e* Ausläufer 1., 2., 3., 4., 5. Ordnung.

2. Im geformten (straffen) Bindegewebe sind fast ausschließlich collagene Fibrillen und besonders gestaltete Zellen nebst spärlicher Interzellular-(Interfibrillar-)substanz vorhanden. Die Fibrillen sind parallel nebeneinander angeordnet und durch eine geringe Menge interfibrillärer Substanz untereinander verbunden, dicke Faserzüge bildend. Die Faserzüge sind einander parallel angeordnet in den Sehnen, in größeren Massen einander kreuzend in den Fascien sowie in der Hornhaut, mit feinerer Durchflechtung in der Lederhaut und in der Sklera des Auges. Von Zellen sind fast nur fixe Bindegewebszellen von besonderer, für die einzelnen Organe charakteristischer Form und in regelmäßiger Verteilung vorhanden. (Flügelzellen der Sehnen, Hornhautkörperchen der Hornhaut.) Die Flügelzellen (Ranvier) sind prismatische Zellen, mit drei oder mehr flächenhaft ausgebreiteten Fortsätzen versehen, welche unter verschiedenen Winkeln vom Zelleib abgehen und die benachbarten Faserbündel umfassen. (Fig. 115.) Bei der Seitenansicht sind die in der Ebene des Gesichtsfeldes liegenden Flügel

Digitized by Google

als dünne Platten zu sehen, dagegen erscheinen die zum Beschauer hingekehrten oder abgewendeten Flügel als dunklere Linien, welche über die Zelle hinwegziehen. (Fig. 118.) Der Kern ist ellipsoidisch. Die Zellen der Hornhaut sind platte, in einer Ebene ausgebreitete Elemente. Von dem Reichtum ihrer Verästelung gibt die Fig. 119 nach H. Virchow ein ausgezeichnetes Bild.

Genauere Angaben über die Anordnung der Fasern und Zellen zueinander finden sich bei den einzelnen Organen (s. Sehne, Hornhaut, Lederhaut).

3. Das elastische Gewebe besteht zum größten Teil aus elastischen Fasern bzw. elastischen Netzen, oder Platten, wenig Interzellular-(Interfibrillar-)substanz, collagenen Fasern und Zellen. Es bildet besondere elastische Organe. In ihnen sind die ebenfalls netzförmig verbundenen elastischen

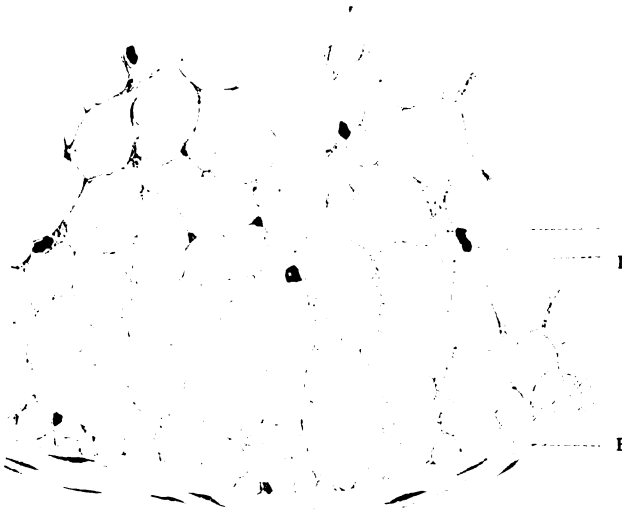


Fig. 120.

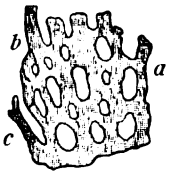


Fig. 121.

Fig. 122.

Fig. 120. Querschnitt durch das **Nackenband** (Lig. nuchae) vom Rind.

Figg. 121, 122. **Elastische Häute** aus der mittleren und äußeren Gefäßhaut der Aorta. 121 eine elastische Membran des Ochsen von zahlreichen Löchern *(a)* durchbrochen mit dazwischen befindlichen Balken *(b, c)*. 122 ein Netz sehr breiter elastischer Fasern des Walfisches, welche teilweise fein durchlöchert sind.

Fasern viel dicker als z. B. im lockeren Bindegewebe. Als Beispiel sei ein Querschnitt vom Nackenband dargestellt. (Fig. 120.) Hier sind die dicken in der Längsrichtung des Organs verlaufenden elastischen Fasern zusammengehalten durch lockeres Bindegewebe, welches aus collagenen Fasern, Interzellularsubstanz, Zellen besteht.

In anderer Form tritt das elastische Gewebe auf zwischen den glatten Muskelfasern der Blutgefäße und im sogenannten elastischen Knorpel. Hier entstehen durch Verschmelzung von dichten elastischen Netzen ausgedehnte Platten und Membranen, welche seit Henle als gefensterte Häute bekannt sind. Figg. 121—123.

Der feinere Bau der elastischen Faser ist schwer zu ergründen. Es ist sogar noch unsicher, ob eine erkennbare feinere Struktur vorhanden ist. Indessen deuten Ergebnisse verschiedener Eingriffe, welchen man das elastische Gewebe unterwirft, auf gewisse Struktureigentümlichkeiten hin. Nach Ranvier ist die elastische Faser aus kleinen, kugeligen oder linsenförmigen Körperchen zusammengesetzt, welche sich bei der Entstehung der Fasern reihenweise aneinander-

Digitized by Google

legen. Nach einer anderen Anschauung wird eine innere, weniger feste Substanz von einer äußeren, widerstandsfähigeren umschlossen; beide werden von einer feinen Scheide umgeben, der Schwalbeschen Scheide, die nach Ewald (Sitzber. Heidelb. Akad. Wiss. 1919) durch sehr dünne Gentianaviolettlösung färberisch dargestellt werden kann. Möglicherweise ist sogar eine mehrfache konzentrische Schichtung vorhanden, doch in der Art, daß eine und dieselbe Substanz, das Elastin, dieselbe hervorbringt. Durch gewisse Eingriffe tritt in der elastischen Faser eine quere Zerklüftung ein, so bei der Fäulnis.

Was die Entstehung der elastischen Fasern betrifft, so liegt ihre Muttersubstanz in der Nähe derjenigen des Bindegewebes. Sie gehen weder aus Kernen, noch unmittelbar aus dem Protoplasma junger Bindegewebszellen hervor, sondern aus einer besonderen Umwandlung der vom Protoplasma erzeugten fibrillogenen Substanz. Die Ausbildung elastischer Fasern inmitten der Bindegewebsfibrillenlager kann aber so sehr in den Vordergrund treten, daß die Bindegewebsbildung ganz in den Hintergrund tritt.

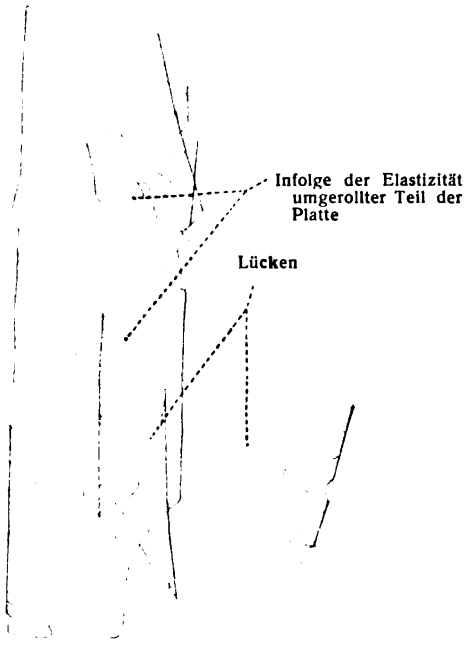


Fig. 123.
Elastische Platte aus der A. femoralis des Menschen. 75 : 1.

Man erkennt dies deutlich bei der Untersuchung sich entwickelnder elastischer Organe (Kölliker). Sie bestehen anfänglich, wie bindegewebige Teile, aus rundlichen Zellen, die alsbald eine Zwischensubstanz abscheiden. Aus dieser sondern sich zunächst die Bindegewebsfibrillen, während die Zellen spindelförmig werden. Darauf beginnt zwischen den Bindegewebsfibrillen das Auftreten feiner elastischer Fasern, welche der Kalilösung Widerstand leisten. Eine Zeitlang wachsen alle drei Elemente gleichmäßig fort, dann aber tritt das Wachstum der elastischen Fasern in den Vordergrund, während die vorhandenen Bindegewebsfibrillen und Zellen nach und nach den geringeren, zuletzt unscheinbaren Teil der ganzen Anlage bilden. Die fertigen elastischen Bänder enthalten noch immer die Reste der Bildungszellen.

Nicht mit Unrecht verwirft vom physikalischen Standpunkt aus H. Triepel den Namen elastisches Gewebe für die betreffende Gruppe der Bindesubstanzen und will den Namen durch gelbes Bindegewebe ersetzt wissen, wie es die Engländer nennen (yellow tissue).

N. Melnikow-Raswedenkow, Histologische Studien über das elastische Gewebe. Jena 1900. — H. Triepel, die Elastizität des gelben Bindegewebes (= elastisches Gewebe) und der quergestreiften Muskulatur. Anat. Hefte, Nr. 45, 1900. — H. Triepel, Über die elastischen Eigenschaften des elastischen Bindegewebes, des fibrillären Bindegewebes und der glatten Muskulatur. Wiesbaden 1897.

4. Das Knorpelgewebe ist ausgezeichnet durch eine reichlich vorhandene Grundsubstanz, welche durchsichtig, (anscheinend) homogen ist und beim Kochen Chondrin (Johannes Müller)[1]) liefert. Sie besteht aus Interfibrillarsubstanz, collagenen bzw. elastischen Fasern, und enthält die charakteristischen Knorpelzellen.

Entsprechend dem Vorherrschen der genannten Bestandteile unterscheidet man drei Hauptgruppen:

[1]) Das Chondrin, der „Knorpelleim", ist, wie Morochowitz gezeigt und Krukenberg bestätigt hat, ein Gemenge von Collagen und Mucin. Nach Mörner enthält der Knorpel Collagen, Chondromucoid, Chondroitinschwefelsäure und (bei altem Knorpel) noch ein Albumoid. Der Wassergehalt beträgt 54—70%.

Digitized by Google

a) Hyaliner Knorpel,
b) Faserknorpel (auch Bindegewebsknorpel genannt),
c) Netzknorpel (oder elastischer Knorpel).

Dazu kann man noch anhangsweise d) den Zellenknorpel und e) den verkalkten Knorpel rechnen.

Vom verkalkten Knorpel abgesehen sind Knorpel feste, elastische, bläuliche, milchweiße oder gelbliche Körper, welche besonders im fetalen Organismus, aber auch noch beim Erwachsenen sehr bedeutende Aufgaben leisten, entsprechend ihren Elastizitäts- und Festigkeitsverhältnissen sowie der glatten Beschaffenheit ihrer freien Oberfläche.

Nach der Lebensdauer des Gewebes unterscheidet man transitorischen und permanenten Knorpel.

In früher Fetalzeit nämlich zieht sich in weiter Verbreitung durch den Körper ein zierlich beschaffenes Knorpelskelet. Von einer bestimmten Entwicklungsstufe an wird es durch ein neu andrängendes Material, das sich ausbildende Knochenskelet, zum großen Teil verdrängt, während die übrigbleibenden Knorpelteile weiterwachsen. Der bleibende Teil des ursprünglichen Knorpelskelets stellt den permanenten, der schwindende den transitorischen Knorpel dar.

Nach dem Vorkommen im erwachsenen Körper unterscheidet die Anatomie ferner Gelenkknorpel, welche die Gelenkenden der Knochen überziehen, und spangen- oder membranartige Knorpel, welche die Wände von Höhlen und Röhren verstärken und ihnen zugleich eine gewisse Elastizität verleihen.

Bei vielen Wirbeltieren ist Knorpelgewebe ungleich weiter verbreitet als beim Menschen: besonders bei nackten Amphibien und Knorpelfischen, während es bei Wirbellosen seltener zur Ausbildung gelangt, obwohl auch hier echtes hyalines Knorpelgewebe nicht fehlt.

Knorpel widersteht lange der Fäulnis. Längere Zeit im toten Körper liegend, rötet er sich durch Imbibition mit Blutfarbstoff. Getrocknet gewinnt der Knorpel ein fast bernsteinartiges Aussehen.

a) Der hyaline Knorpel besitzt eine glasartig durchsichtige, anscheinend gleichartige (homogene) Grundsubstanz. In ihr liegen die Knorpelzellen als große, rundliche oder polyedrische, zarte Gebilde, welche in Gruppen zu zweien und mehreren zusammenliegen. Ihr Protoplasma ist feinkörnig, kann Fetttröpfchen und Glykogen enthalten. Der Kern ist kugelig mit feinem Kerngerüst. Der Zelleib ist außerordentlich empfindlich gegen Reagentien. Er schrumpft bei ungeeigneter Behandlung zu einem zackigen Klümpchen zusammen, während im lebenden und überlebenden Gewebe die Zelle den für sie ausgesparten glattwandigen Raum, die „Knorpelhöhle" ganz ausfüllt. Die innere Wand der Knorpelhöhle besteht aus einer von der übrigen Grundsubstanz chemisch etwas verschiedenen und widerstandsfähigeren Masse, welche Knorpelkapsel heißt.

Sehr häufig zeigen die Zellen Eigentümlichkeiten der Lagerung. Nicht selten sieht man zwei Zellen in einer Knorpelkapsel; in anderen Fällen liegt eine dünne hyaline Scheidewand zwischen zwei solchen Zellen. Erfolgen rasche Zellteilungen, ohne Scheidewandbildung, so können ganze Gruppen von Zellen von einer einzigen Knorpelkapsel umschlossen sein. Figg. 124, 125.

Die anscheinend gleichartige Grundsubstanz hat große Neigung, Farbstoffe (Haematoxylin, Bismarckbraun, Thionin) festzuhalten; sie besteht zum großen Teil aus feinen Fibrillen, die durch Interfibrillarsubstanz zusammengehalten werden. Durch Behandlung mit Kaliumhypermanganat, Kochsalzlösung, Trypsinverdauung läßt sich diese Zusammensetzung zeigen. Die Fibrillen liegen in Bündeln zusammen, welche parallelen Verlauf haben, sich in verschiedenen Lagen durchkreuzen oder durchflechten. Sie scheinen auch die Substanz der Knorpelkapseln zu durchziehen.

Digitized by Google

Im Innern der Rippenknorpel älterer Personen, aber auch an Gelenkknorpel und Synchondrosen tritt als Altersveränderung eine Zerfaserung der Grundsubstanz auf, welche makroskopisch durch ein asbestartiges Aussehen kenntlich ist, „asbestartige Degeneration". In den Zellen älterer Personen nimmt der Gehalt an Fett zu.

Der Knorpel enthält anfänglich keine, sein Inneres durchziehende Blutgefäße; was ihm von solchen zukommt, sind die Gefäße einer Bindegewebshaut, die seine Außenfläche überkleidet, die Gefäße des Perichondrium. Später allerdings, wenn er mächtiger wird, schickt das Perichondrium in den Knorpel eindringende Gefäße ab. Beim erwachsenen Knorpel wieder werden in der Regel keine Gefäße mehr gefunden. Die oft tiefliegenden Knorpelzellen bedürfen aber der Ernährung. Gibt es vielleicht besondere Saftbahnen innerhalb der Grundsubstanz? Man hat vielfach darnach gesucht, aber noch wenig Sicheres zu ermitteln vermocht. Durch gewisse Färbungsmethoden treten indessen so prachtvolle Netze in der Grundsubstanz zutage, als deren Knotenpunkte die Knorpel-

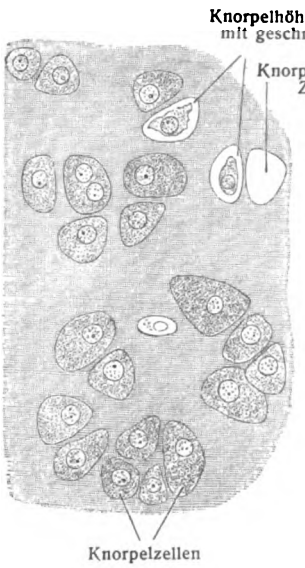


Fig. 124.

Hyaliner Knorpel. Schnitt durch frischen Gelenkknorpel vom Frosch. Die helle Lücke mit den kleinen Körnchen in der Mitte des Bildes stellt einen Teil einer Knorpelhöhle mit Resten der durch den Schnitt zerstörten Zelle dar. 350:1. (Aus Schiefferdecker und Kossel, Gewebelehre.)

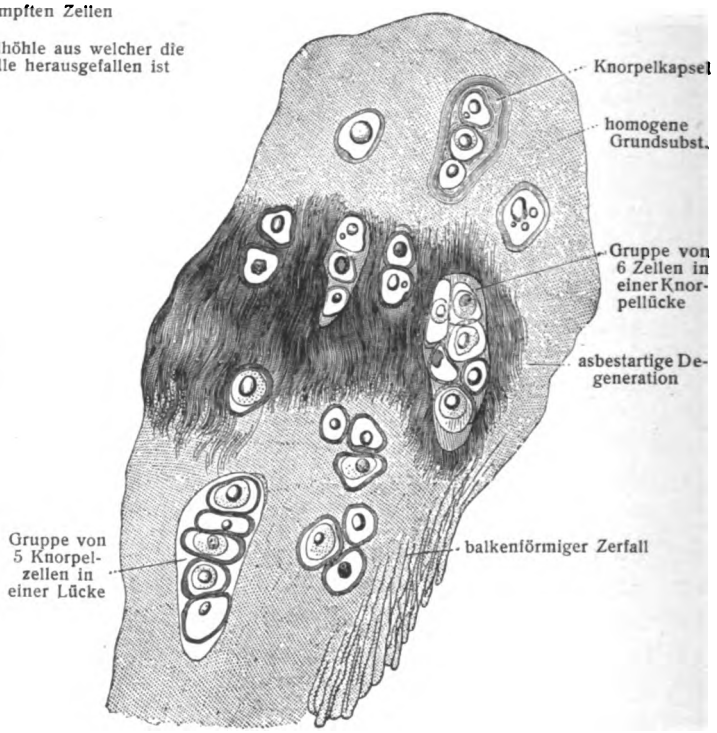


Fig. 125.

Querschnitt vom **Rippenknorpel** eines älteren Mannes.

kapseln erscheinen, daß man versucht sein kann, in ihnen eine Differenzierung der Grundsubstanz vor sich zu haben, die zu dem Saftstrom in Beziehung steht (Schiefferdecker).

Die Verkalkung des Knorpels beruht darauf, daß zuerst im Gebiet der Knorpelkapsel kohlensaurer Kalk in Form kleiner Körnchen abgelagert wird, so daß die Zelle von dieser Ablagerung ganz eingehüllt erscheint. Später dringt der Vorgang in die übrigen Gebiete der Zwischensubstanz vor.

Wahre Knochenbildung in den Kehlkopf- und Tracheaknorpeln, mit Verdrängung des Knorpelgewebes, ist ein häufiges Vorkommnis und pflegt nach Chievitz schon mit dem 20. bis 22. Lebensjahre zu beginnen, so daß man geneigt sein kann, hierin etwas Normales zu erblicken.

Die Entwicklung des Knorpels geht in der Weise vor sich, daß junge indifferente Bindegewebszellen sich vergrößern und Bindegewebsfibrillen bilden. Nach der Fibrillenbildung wandeln sich die Fibroblasten in Vorknorpel und Knorpelzellen um. Damit ist die erste fibrilläre Stufe der Knorpelbildung erreicht. Darauf werden die Fibrillen durch die Ablagerung einer homogenen Kittsubstanz „maskiert", wodurch die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels gebildet ist.

Digitized by Google

Beim Faserknorpel und elastischen Knorpel findet keine Maskierung der Fasern statt. v. Korff, Über die Histogenese und Struktur der Knorpelgrundsubstanz. Arch. mikr. Anat., 84. Bd., 1914.

Es gibt aber auch eine indirekte Art der Knorpelentstehung (Kölliker, Hasse, Schwalbe). Diese geht von einem schon fertigen Gewebe aus, und zwar vom Perichondrium, oder vom kleinzelligen Bindegewebe.

Das weitere Wachstum des einmal angelegten Knorpels geschieht teilweise auf interstitiellem, teilweise auf appositionellem Wege. Letzteres geschieht in der Weise, daß die tieferen Lagen des Perichondrium sich in Knorpelgewebe umwandeln und so den Knorpel verdicken.

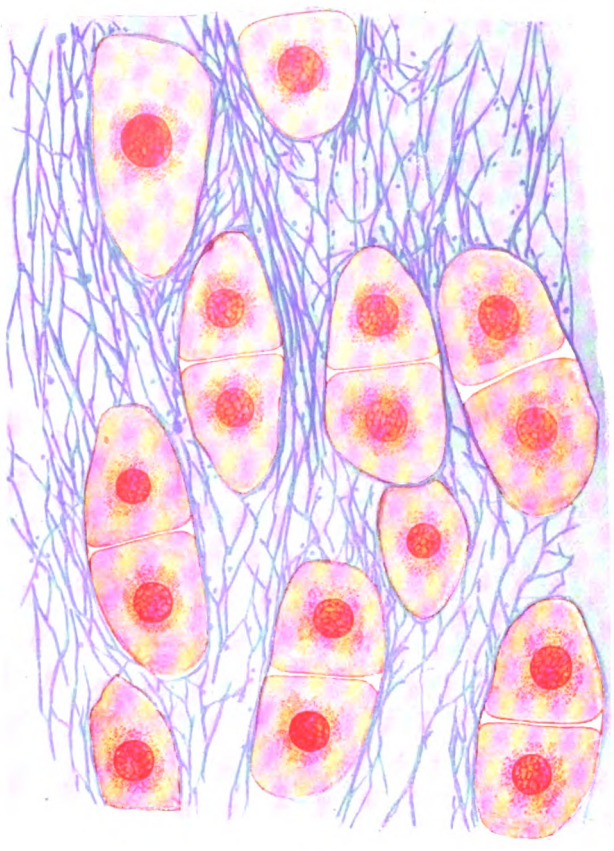


Fig. 126. Fig. 127.

Fig. 126. **Faserknorpel** aus der Fibrocartilago intervertebralis vom Menschen. Die konzentrischen Linien um die Zellen sind der Ausdruck der zu verschiedenen Zeiten eingetretenen Ablagerung von Grundsubstanz.

Fig. 127. **Netzknorpel** vom Ohr des Menschen. 1000 : 1. Zellen rot, elastische Fasern blau.

Substanzverluste von Knorpel werden bei Warmblütern nur langsam, und wenn sie größer sind, nur unvollkommen ersetzt. Die Regeneration geht dabei vom Perichondrium aus (Peyrand, Schwalbe, Marchand 1901).

Hyaliner Knorpel findet sich, abgesehen von den weiter oben genannten Orten, noch bei allen Symphysen und Synchondrosen unmittelbar am Knochen; sodann an einigen anderen Knochenstellen (Sulcus ossis cuboidei, Sulcus hamuli pterygoidei, Incisura ischiadica minor, Calcaneus-Insertion der Achillessehne).

Verkalkter Knorpel findet sich beim Menschen besonders an den Gelenkknorpeln, zwischen dem hyalin bleibenden Teil und dem anstoßenden Knochen.

Eigenartige Färbung des Knorpels durch Toluidinblau beschreibt Brodersen, Anat. Anz., 41. und 47. Bd.

Digitized by Google

b) Der Faserknorpel besteht zum größten Teil aus Bündeln collagener Fibrillen, welche durch wenig Interfibrillarsubstanz miteinander verbunden sind und in verschiedener Richtung einander durchkreuzen. Zwischen ihnen liegen einzeln oder in Gruppen Knorpelzellen, jede von einer geringen Menge Knorpelgrundsubstanz umgeben. Fig. 126.

c) Der elastische Knorpel kann angesehen werden als ein hyaliner Knorpel, dessen Grundsubstanz ein dichtes Netzwerk elastischer Fasern und elastischer Platten enthält. Nach der Oberfläche zu wird das elastische Gewebe spärlicher; es steht in direkter Verbindung mit den elastischen Fasern des Perichondrium. Fig. 127.

Der Zellknorpel (beim erwachsenen Menschen nicht vorkommend) besteht aus Knorpelzellen und Kapseln nebst wenig Grundsubstanz. Hierher gehören viele fetale Knorpel von Wirbeltieren, die Knorpel des äußeren Ohres mancher Säugetiere, teilweise die Knorpel der Kiemenblättchen mancher Fische usw. Nach dem Vorgang von Kölliker rechnen viele hierher auch das Gewebe der Chorda dorsalis, obwohl einerseits die Verschiedenheit ihres Ursprunges, andererseits ihre chemische Beschaffenheit die Berechtigung zweifelhaft macht. Letzteren beiden Gesichtspunkten entsprechend, würde das Chordagewebe eine besondere Gruppe des epithelialen Gewebes darstellen, vgl. S. 83.

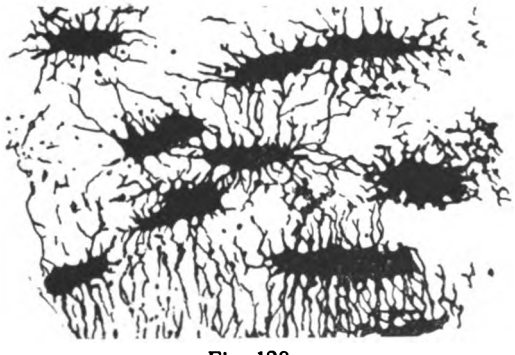


Fig. 128.

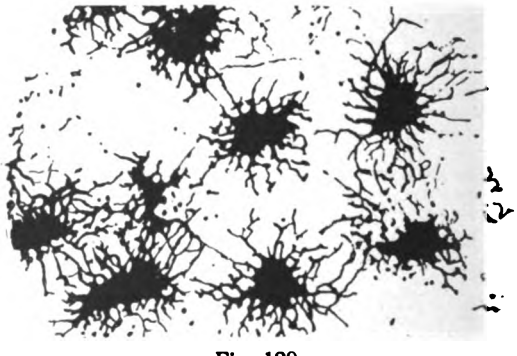


Fig. 129.

Fig. 128. **Knochenkörperchen** längs geschnitten. Aus einem Röhrenknochen vom Menschen.
Fig. 129. **Knochenkörperchen** quer geschnitten. Aus einem Röhrenknochen vom Menschen.

Studnicka, Über die Histologie u. Histogenese des Knorpels der Cyklostomen. Arch. mikr. Anat., 48. Bd. — Schaffer, Bemerkungen über die Histologie u. Histogenese des Knorpels der Cyklostomen. Arch. mikr. Anat., 50. Bd., 1897. — Knorpelkapseln u. Chondrinballen. Anat. Anz., 23. Bd., 1903.

5. Das Knochengewebe besteht aus verkalkter Interzellular-(Interfibrillar-)substanz, unverkalkten (?) collagenen Fibrillen und reich verästelten miteinander anastomosierenden Zellen, den Knochenzellen.

Die Knochenzellen, Virchowsche Knochenzellen ihrem Entdecker zu Ehren genannt, liegen innerhalb der Grundsubstanz in Hohlräumen, welche die Gestalt der Zellen und ihrer Ausläufer wiederholen. Man nennt die von Zellen freien Räume des macerierten Knochens Knochenkörperchen, Knochenlücken oder Knochenhöhlen.

Sie haben meist linsenförmige Gestalt, sind 13—31 μ lang, 6—15 μ breit, 4—9 μ dick und entsenden nach allen Seiten zahlreiche Ausläufer (Knochenkanälchen, Canaliculi ossium), die sich mit benachbarten verbinden, aber auch innerhalb der Organe, der Knochen, an der äußeren Oberfläche, sowie in die großen und kleinen Mark- und Gefäßräume münden.

Digitized by Google

Die Knochenzellen sind membranlose Zellen mit feingekörntem Protoplasma, ellipsoidischem Kern und zahlreichen Ausläufern, welche sich mit denen benachbarter Zellen verbinden (Spuler).

Die Interfibrillarsubstanz des Knochens ist nach v. Ebner verkalkt, die in ihr befindlichen Knochen-Fibrillen aber sind unverkalkt. Sie bilden in Bündel vereinigt Systeme, welche sich in verschiedener Richtung kreuzen. Das dadurch hervorgerufene Bild ist bekannt unter dem Namen des Sharpey-Ebnerschen Lamellenphänomens.

Außer diesen äußerst feinen Knochenfibrillen kommen noch dickere von der Oberfläche her in die Knochensubstanz einstrahlende Bündel fibrillären Bindegewebes vor, welche als Sharpeysche oder durchbohrende Fasern bekannt sind.

Nach anderen Autoren soll jedoch neben der interfibrillaren Substanz auch die Hauptmasse der Fibrillen verkalkt sein.

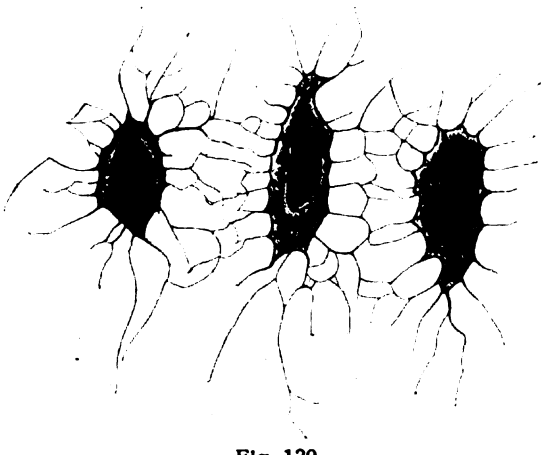


Fig. 130.
Knochenzellen aus dem Schulterblatt der Ratte. 1200:1. (Nach einem Präparat von Ruppricht.)

Durch Säuren kann man die mineralischen Bestandteile, die Knochenerde, aus dem Knochengewebe entfernen; der zurückbleibende organische Bestandteil heißt Knochenknorpel oder Osseïn. Er bewahrt genau den Bau des Knochengewebes, ist weich, biegsam und schneidbar.

Ebenso wie man die Knochenerde vom Osseïn wegnehmen kann, kann man andererseits die Knochenerde vom Osseïn befreien. Dies geschieht durch vor-

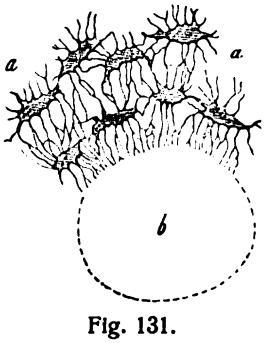


Fig. 131.

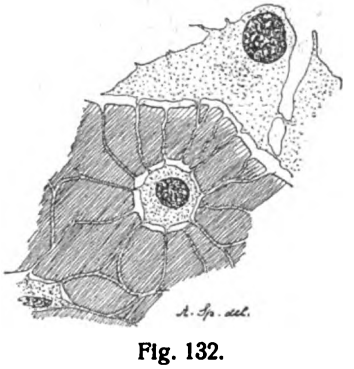


Fig. 132.

Fig. 131. **Knochenhöhlen** *(a, a)* mit ihren zahlreichen Ausläufern, einmündend in den quer durchschnittenen Haversschen Kanal *(b)*.

Fig. 132. **Verbindungskanälchen** der Höhlen der Knochenzellen, mit **Verbindungsfasern.** (A. Spuler.)

sichtiges Ausglühen, durch Veraschung, welche die organische Substanz zerstört (calcinierter Knochen). Die Knochenerde behält dabei den feinen Bau des Knochengewebes, so wie es bei dem Osseïn seinerseits der Fall war. Welcher Art die Ablagerung ist, ob eine einfache Beimischung oder eine Art chemischer Verbindung, bleibt zweifelhaft. Die befreite und in ihrer Form erhaltene Knochenerde ist leicht

Digitized by Google

zerbrechlich. Erst die Ablagerung der Knochenerde in das Osseïn bedingt die Festigkeitsverhältnisse des Knochengewebes.

Über die Organstruktur des Knochens und über die Entstehung des Knochengewebes wolle man in der Knochenlehre nachsehen. Hier sei nur noch gesagt, daß in der menschlichen Entwicklung das Knochengewebe erst spät auftritt. Das Schlüsselbein macht in der siebenten Fetalwoche den Anfang.

6. Das Zahnbeingewebe, Substantia eburnea (Dentin), besteht aus Interfibrillarsubstanz, collagenen Fibrillen und spezifischen Zellen, den Odontoblasten.

Der Körper der Odontoblasten liegt außerhalb des Zahnbeingewebes. Er ist zylindrig oder birnförmig mit zwei Ausläufern. Der längere zieht als „Zahnfaser" in das Zahnbeingewebe hinein; er teilt sich dichotomisch, besitzt zahlreiche feine Seitenästchen, welche mit entsprechenden Gebilden benachbarter Zahnbeinfasern in Verbindung stehen. Der andere Fortsatz des Odontoblasten begibt sich in das unterliegende Bindegewebe. Der Kern liegt im basalen Teil der Zelle, er ist ellipsoidisch, chromatinreich, enthält in der Regel zwei Nukleolen (von Korff).

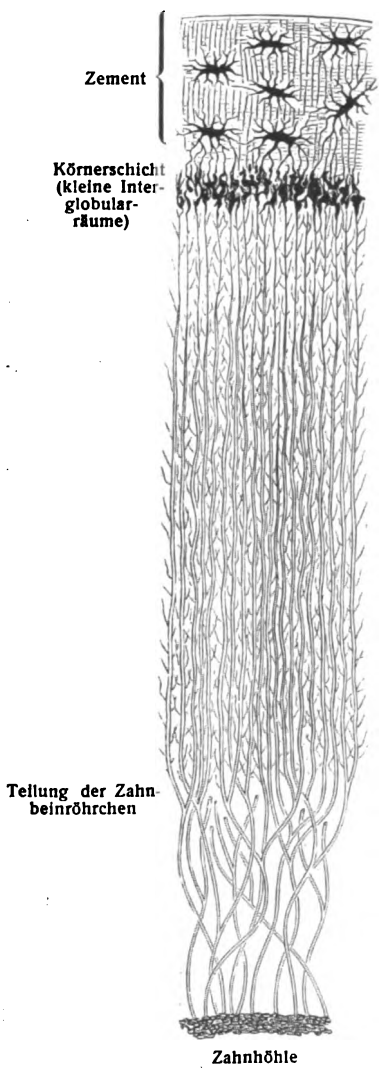


Fig. 133.

Die Zahnfasern und ihre Ausläufer liegen in entsprechenden Kanälchen, den „Zahnkanälchen oder Dentinröhrchen" des Dentin. Die Wand dieser Kanälchen ist stärker lichtbrechend und fester, sie heißt „Zahnfaserscheide" (Neumann).

Die verkalkte Interfibrillarsubstanz enthält zahlreiche feine collagene Fibrillen, welche der Oberfläche des Zahnes parallel verlaufen. Nach Behandlung mit verdünnten Säuren bleibt eine dem Osseïn fast gleiche Masse, der Zahnknorpel, zurück.

Innerhalb des Zahnbeines findet man noch eigentümliche von Kugelflächen begrenzte Hohlräume, „Interglobularräume", deren Bildung

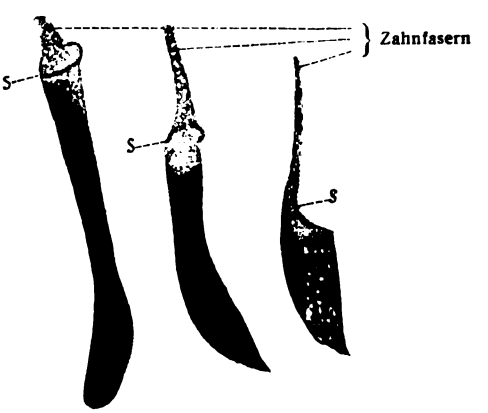


Fig. 134.

Fig. 133. **Zahnkanälchen.** Stück eines Querschliffes durch die Wurzel eines menschlichen Mahlzahnes. 350:1.
Fig. 134. **Odontoblasten** vom Kalbsfetus isoliert. *S* körniger Saum = Anlage der Zahnfaserscheide. (Nach v. Korff.)

Digitized by Google

und Bedeutung noch nicht geklärt ist. Vielleicht sind es Stellen unverkalkter Interfibrillarsubstanz oder von Protoplasma erfüllte Räume, mit welchen die Zahnfasern zusammenhängen.

Histogenese: Nach älteren Untersuchungen (Waldeyer, v. Ebner, Kölliker) entstehen Interfibrillarsubstanz und Fibrillen von den zuerst allein vorhandenen Odontoblasten. v. Korff stellt die Beteiligung der Odontoblasten am Aufbau der Grundsubstanz in Abrede. Die Fibrillen stammen nicht von den Odontoblasten, sondern vom unterliegenden Bindegewebe. Die Odontoblasten bilden nur die Zahnfasern und die Zahnfaserscheiden. Ihre Bedeutung besteht darin, die gefäßlose Zahnbeinschicht mit Ernährungskanälchen zu versehen. Gegenüber dieser Deutung geht nach v. Ebner die Bildung des Dentins so vor sich, daß die äußeren Enden der Odontoblasten und die zwischen ihnen befindliche Interzellularsubstanz sich in das homogene (durch besondere färberische Eigenschaften ausgezeichnete) Prädentin umwandeln. Dieses wird durch Ausscheidung collagener Fibrillen zu

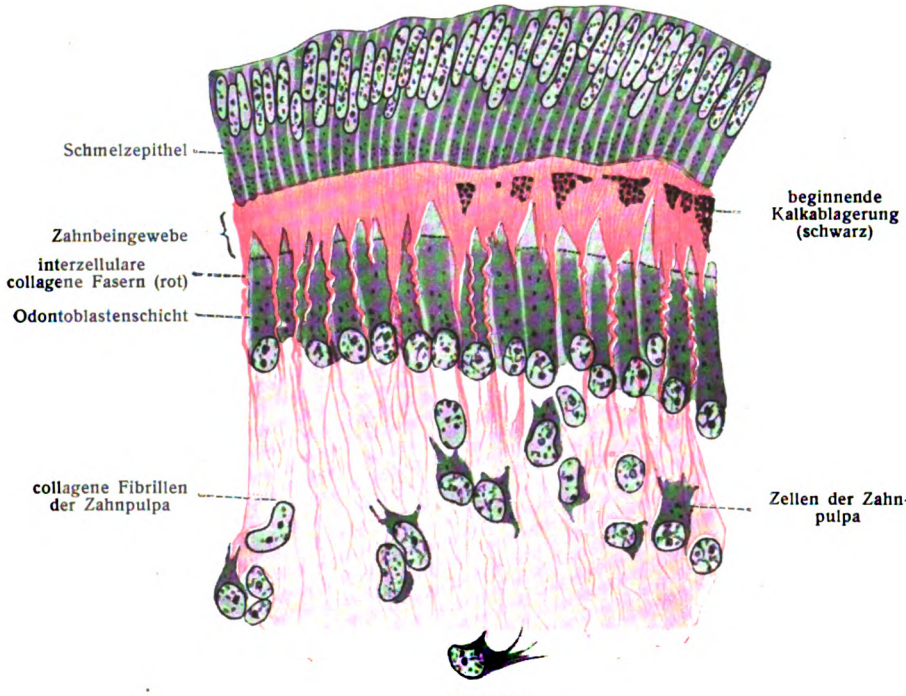


Fig. 135.

Entwicklung der Zahnbeingrundsubstanz. Rot sind die collagenen Fibrillen. Rechts beginnende Verkalkung der Zahnbeingrundsubstanz. (Nach v. Korff.)

unverkalktem Zahnbein und aus diesem entsteht durch Verkalkung der zwischen den Fibrillen befindlichen Interfibrillarsubstanz das verkalkte Zahnbein. Studnicka nimmt einen vermittelnden Standpunkt ein insofern, als er in Übereinstimmung mit v. Ebner in einer interessanten Mitteilung zeigt, daß die durch v. Korff beschriebenen Fasern nur in den ersten Stadien der Dentinbildung vorkommen. Später entstehen Fasern, welche parallel zur Oberfläche des Zahnes verlaufen. Er erklärt die Entstehung der beiden Faserarten durch die von ihm vertretene Exoplasmatheorie. Die Odontoblasten erzeugen die Interzellularsubstanz. In dieser entstehen erst die durch v. Korff beschriebenen, später die anderen Fibrillen. Auch die Verkalkung erfolgt durch die Tätigkeit der Odontoblasten.

K. v. Korff, Zur Histologie und Histogenese des Bindegewebes, besonders der Knochen- und Dentinsubstanz in: Merkel u. Bonnet, Ergebnisse, 17. Bd., 1909. — v. Ebner, Über scheinbare und wirkliche Radiärfasern des Zahnbeines. Anat. Anz., 34. Bd., 1909. — Studnicka, Zur Lösung der Dentinfrage ebenda. — v. Korff, Zur Histogenese der bindegewebigen Stützsubstanzen niederer Wirbeltiere. Verh. anat. Ges. 1910.

Digitized by Google

7. Das Fettgewebe besteht aus Fettzellen, wenig collagenen und elastischen Fasern nebst Interzellular-(Interfibrillar-)Substanz.

Die Fettzellen sind rundliche große Zellen mit derber, in Trypsin unverdaulicher Membran. Sie sind bei gesunden Individuen so stark mit Fett angefüllt, daß zwischen der Oberfläche der Ölkugel und der Zellmembran nur eine dünne Lage von Protoplasma bleibt. Nur in der Umgebung des Zellkerns befindet sich eine etwas dickere Schicht. Der oft zweifach, manchmal auch in drei Exemplaren vorhandene Kern ist ellipsoidisch, durch die gedrängte Lage zwischen Membran und Ölkugel etwas abgeplattet. (Figg. 136, 137.) Sind mehrere Kerne vorhanden, so liegen sie dicht nebeneinander oder sind durch einen verschieden großen

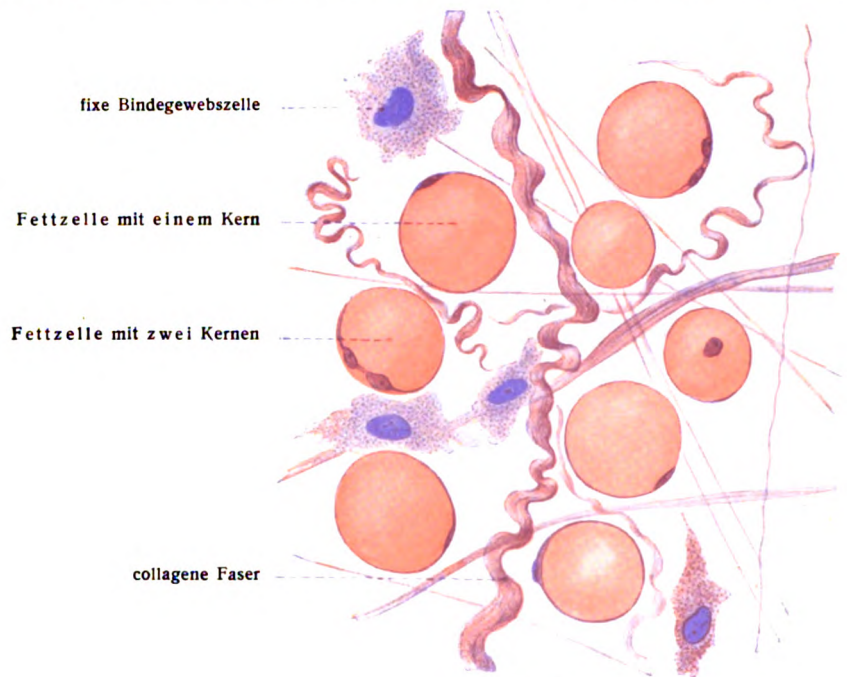


Fig. 136.
Fettzellen im lockeren Bindegewebe. Das Fett ist durch Sudan III orange gefärbt. 300 : 1.

Zwischenraum voneinander getrennt. Am frischen ungefärbten Präparat sind Kern und Protoplasma nur dann deutlich zu erkennen, wenn sie im optischen Durchschnitt liegen. Bei anderer Lage der Zelle löscht der hohe Glanz des Fetttropfens das Bild des Kerns völlig aus.

Übersichtlicher gestaltet sich das Bild, wenn das Fett die Zelle noch nicht vollkommen erfüllt oder wenn durch Verbrauch eine Verminderung eingetreten ist. In solchen Zellen sind Kern und Protoplasma sehr leicht zu sehen. Bei geringem Fettgehalt können statt einer Ölkugel auch mehrere vorhanden sein.

Der Zusammenhalt der einzelnen Fettzellen wird durch ein spärlich vorhandenes Bindegewebe bewirkt, dessen Charakter dem an erster Stelle geschilderten lockeren Bindegewebe entspricht.

Zum Nachweis von Fett dienen Osmiumsäure und einige Farbstoffe (Alcanna, Sudan III, Scharlach R.), doch ist zu bemerken, daß auch andere Substanzen reduzierend auf die Osmiumsäure einwirken, so daß Schwärzung einer Substanz durch Osmiumsäure kein Beweis dafür ist, daß es sich um Fett handelt.

Digitized by Google

Die Fettzellen treten auf:

1. In mehr zerstreuter Weise innerhalb des Bindegewebes, indem gewöhnliche Bindegewebszellen Fett in sich aufgenommen oder erzeugt haben;

2. in besonderen Organen, Fettorganen, welche Primitivorgane der Fettläppchen (Kölliker) oder Fettkeimlager (Toldt) genannt worden sind. Sie bilden das spezifische Fett-

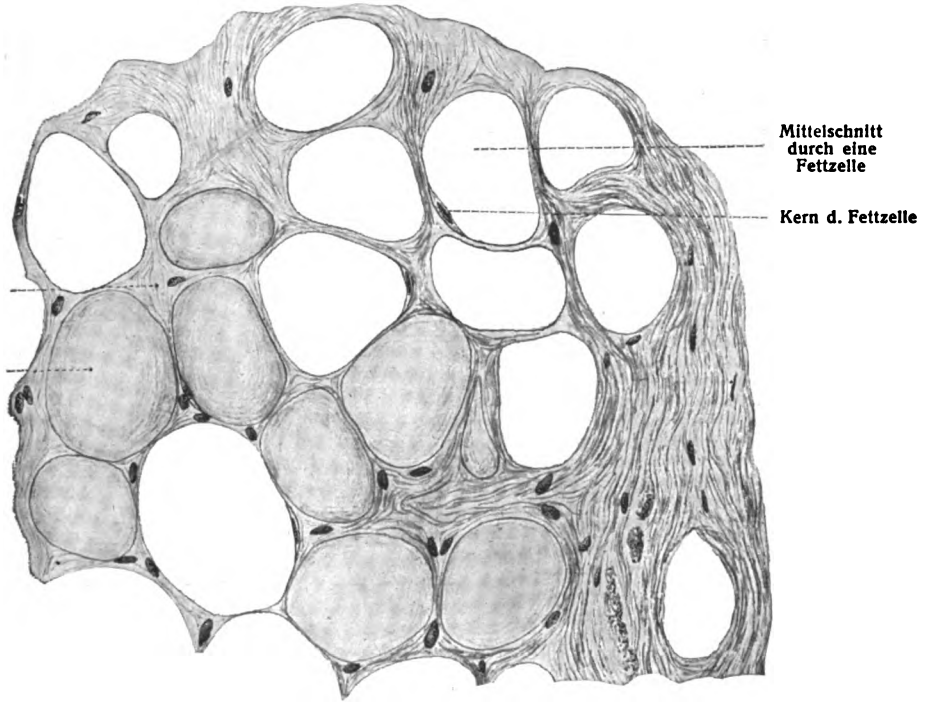


Fig. 137.

Fettgewebe vom Menschen. Schnitt.

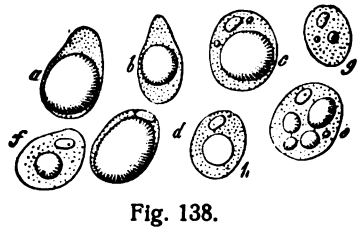


Fig. 138.

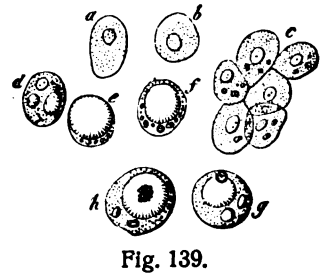


Fig. 139.

Fig. 138. **Rückbildung des Fettgewebes** (nach Frey). Aus dem Unterhautbindegewebe einer abgemagerten menschlichen Leiche; *a* mit einem großen, *b* mit einem kleinen Fetttropfen; *c* und *d* mit sichtbarem Kern; *e* eine Zelle mit getrennten Tröpfchen; *f* mit einem einzigen kleinen Tröpfchen; bei *g* fast fettfrei und bei *h* ohne Fett mit einem Tropfen eiweißartiger Substanz im Innern.

Fig. 139. **Entwicklung des Fettgewebes** (nach Frey). Zellen des Fettgewebes aus der Umgebung der Niere eines zehnzölligen Schaffetus. *a* und *b* isolierte Zellen ohne Fett; *c* ein Haufen derselben; *d*—*h* Zellen mit verschiedener Einlagerung der fettigen Inhaltsmasse.

gewebe, ob sie nun fetthaltig oder fettfrei gefunden werden. Der Ausgangspunkt dieser Fettorgane sind freilich ebenfalls junge Bindegewebszellen, doch treten sie in Form von graurötlichen Läppchen auf, die wesentlich aus rundlichvieleckigen, membranlosen, körnchenfreien Zellen mit schönem Kerne bestehen. Sie ähneln den Plasmazellen.

Von diesen Fettprimitivorganen aus wächst das Fettgewebe allmählich überall dahin, wo später typisches Fettgewebe vorkommt. Es tritt zuerst auf an den Beugeseiten der Hüft- und

Digitized by Google

Schultergelenke, später auch am Hals: ferner in der Umgebung der Nieren, bei älteren Feten (Katzen) auch im Mesenterium; bei eben geworfenen Katzen in zwei paarigen Lappen neben der Blase, in einem Läppchen im Mesorektum. Erhalten die neugeborenen Tiere nun fetthaltige Nahrung (Milch), so beginnen alsbald die Zellen der Fettläppchen Fett in kleinen Tröpfchen, die sich ansammeln und zusammenfließen, zu zeigen.

Es kann übrigens im fetalen Leben schon Fett in Fettzellen vorhanden sein, wie Fig. 139 deutlich macht.

In Fettzellen sind auch Zentralkörperchen nachgewiesen worden.

Die Bedeutung des Fettgewebes im Körper ist sehr groß. Außer zu Ernährungszwecken spielt es eine große Rolle als Schutzpolster, Wärmehülle, Abrundungs- und Füllmittel, in letzterer Hinsicht z. B. als gelbes Knochenmark. Es wird in wohlgenährten Körpern bis zu 15 und mehr Kilogramm gefunden.

8. Das lymphoide (cytogene, adenoide, retikuläre) Gewebe besteht zum größten Teil aus kleinen rundlichen Zellen (Lymphzellen),

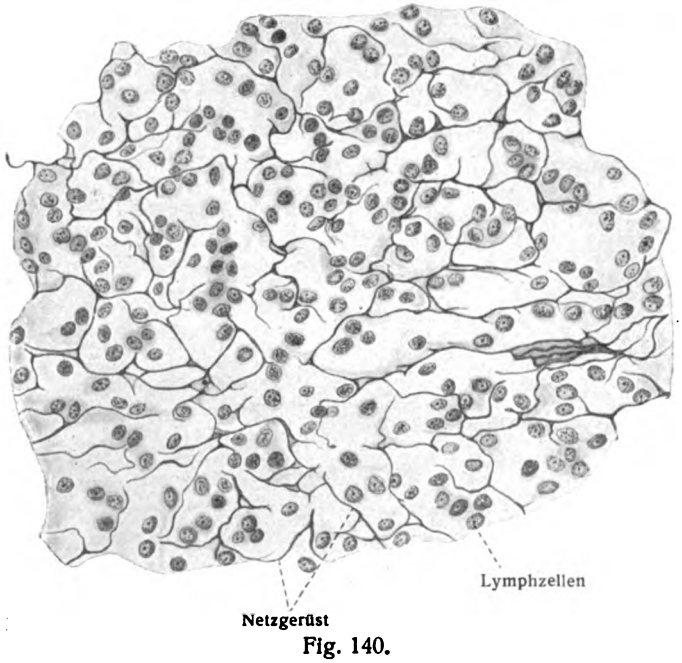


Fig. 140.

Retikuläres Gewebe mit Lymphzellen aus einer Lymphdrüse des Menschen. 600:1.

einem netzartigen Gerüst bindegewebiger Fasern, wenig Interzellularsubstanz.

Die Lymphzellen sind kleine kugelige Zellen. Die Hauptmasse der Zelle bildet der sphärische Kern mit dichtem Chromatingerüst, das Protoplasma bildet nur einen schmalen Saum um ihn herum. Neben diesen Zellen kommen in geringerer Menge auch andere mit größerem Kern und stärker entwickeltem Zellleib vor. Die Zellen liegen in den Maschen eines Netzwerkes von Bindegewebsfasern, Retikulumfasern, welches durch die große Zahl von Lymphzellen verdeckt wird. Erst nach Entfernung der zelligen Elemente durch Auspinseln und durch Ausschütteln von Schnitten oder durch spezifische Färbung erhält man ein anschauliches Bild des Netzwerkes, welchem das Gewebe die Bezeichnung als retikuläres verdankt. Fig. 140.

Die Fasern dieses Maschenwerkes hängen miteinander zusammen. Ihrem histo-chemischen Verhalten nach gehören sie weder vollkommen zur Gruppe der collagenen noch zu den elastischen

Digitized by Google

Fasern (Siegfried bezeichnet die in ihnen enthaltene Substanz als Retikulin). Es bestehen hier jedoch ausgesprochene Altersunterschiede: bei jüngeren Individuen besteht das Retikulum aus sternförmigen Zellen, deren Ausläufer mit benachbarten sich verbinden und so ein Schwammwerk bilden, in dessen stärkeren Knotenpunkten Kerne liegen. Mit zunehmendem Alter schwindet das Protoplasma mehr und mehr, sogar ein Teil der Kerne geht unter. An einem solchen Netz ist der Ursprung aus Zellen fast nicht mehr zu erkennen. Die Fasern des jüngeren Retikulum lösen sich beim Kochen noch leicht auf, während die des älteren etwas resistenter sind. Der Trypsinverdauung widerstehen sie in gleicher Weise wie die collagenen Fasern.

Das adenoide und cytogene (zellenbildende) Bindegewebe ist im Körper sehr reichlich vertreten. Vor allem kommt es in vielen wichtigen Organen vor, welche der Lymph- und Blutbereitung dienen, so in den zahlreichen Lymphdrüsen, den solitären und aggregierten Lymphknötchen, in den Tonsillen, in Thymus (?) und Milz. Ferner findet es sich an bestimmten Stellen von Schleimhäuten, wie in derjenigen der Zunge, des Darmes, des Atmungsapparates, der Conjunctiva.

An allen diesen Orten, in ausgesprochenster Weise in der ersten Gruppe, ist das adenoide oder cytogene Gewebe als eine Brutstätte für Lymphkörperchen und farblose Blutkörperchen zu betrachten.

9. Das pigmentierte Bindegewebe ist charakterisiert durch die pigmentierten Bindegewebszellen, d. h. verzweigte, stark mit Pigmentkörnchen[1]) beladene Bindegewebszellen, welche in großer Menge neben collagenen und elastischen Fasern, den anderen Arten von Bindegewebszellen sowie wenig Interzellular- (Interfibrillar-) substanz vorkommen.

Fig. 141.
Pigmentierte Bindegewebszellen aus der Lamina fusca der Sklera des Auges. 700 : 1.

Sie sind entstanden durch Bildung oder Aufnahme von braunen Pigmentkörnchen in den Körper von Bindegewebszellen, der von ihnen ganz durchsetzt sein kann. Der Kern jedoch bleibt frei und erscheint, wenn er vor deckendem

[1]) Es gibt pigmentierte Epithelzellen, pigmentierte Bindegewebszellen, pigmentierte Nervenzellen, pigmentierte Muskelzellen und -fasern. Letztere sind beim gesunden Menschen nicht vorhanden, kommen aber bei Tieren vor. Das Pigment liegt stets innerhalb der Gewebszellen. Pigmentierte Epithelzellen sind weit verbreitet in der Haut der farbigen Rassen. Bei der weißen Rasse findet es sich besonders in der Haut von Penis, Scrotum, Analgegend, Achselhöhle, Augenlider. Es liegt hauptsächlich in den unteren Zellschichten der Epidermis. Pigmentierte Bindegewebszellen können überall im Körper auftreten, sind aber am zahlreichsten in der Tunica vasculosa oculi (Chorioidea, Corpus ciliare, Iris), nächstdem am zahlreichsten an den oben genannten Stellen stärkerer Pigmentierung. Bei Tieren kommen pigmentierte Knorpelzellen vor. Pigmentierte Nervenzellen finden sich an besonderen Stellen des Zentralnervensystems (Substantia nigra, Locus caeruleus). In Ganglienzellen älterer Leute findet sich konstant Pigment. Fischel, A., Beiträge zur Biologie der Pigmentzelle. Anat. Hefte, 58. Bd., 1919.

Digitized by Google

Pigment gesehen werden kann, als helles Bläschen. Verästelung, Sternform der Pigmentzellen ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung. Bei dem Menschen ist ihr Vorkommen auf das Auge (Tunica vasculosa oculi, Sklera) und die Haut beschränkt, wo sie ursprünglich im bindegewebigen Teil liegen und Fortsätze in das interepitheliale Labyrinth entsenden oder ganz in dasselbe eindringen. So übermitteln sie vielleicht den Pigmentgehalt des Epithels der Haut und bedingen dadurch nicht allein die örtlichen Verschiedenheiten der Hautfarbe desselben Individuum, sondern auch die wesentlichsten Rassenunterschiede der Haut. Ihre Bedeutung wäre dann sehr groß. Eine weit größere Verbreitung besitzen die pigmentierten Bindegewebszellen im Tierreich, sowohl bei den niederen Wirbeltieren, als auch bei den Wirbellosen. In vielen Fällen zeigen hier die Pigmentzellen eine bedeutende Kontraktionsfähigkeit und andere Besonderheiten.

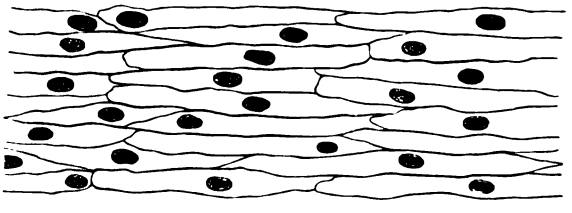


Fig. 142.

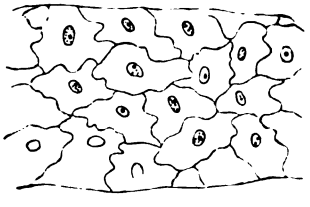


Fig. 143.

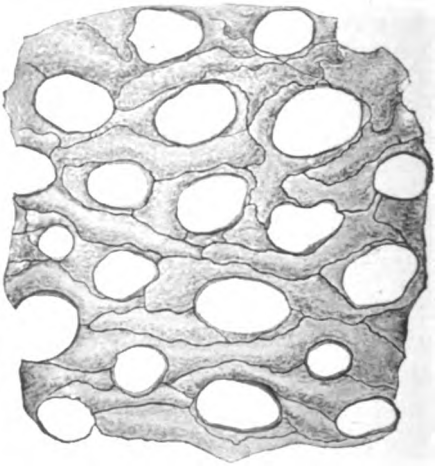


Fig. 144.

Fig. 142. **Endothel** einer Arterie der weichen Hirnhaut nach Behandlung mit Arg. nitricum. 300 : 1.

Fig. 143. **Endothel** eines Lymphgefäßes der Muscularis des Darmes vom Meerschweinchen. 240 : 1.

Fig. 144. **Endothelzellengrenzen** der Lungenkapillaren beim Frosch, dargestellt durch Argentum nitricum. 250 : 1.

Zentralkörperchen in Pigmentzellen sind von verschiedener Seite nachgewiesen (Solger, Zimmermann).

10. Das Endothelgewebe besteht aus abgeplatteten Zellen, welche die Oberfläche von Binnenräumen überziehen. Die einzelne Zelle ist platt, der Umriß meist eine unregelmäßig wellige Linie; nur an einigen Stellen, z. B. am Endothel der vorderen Augenkammer, finden sich geradlinig begrenzte, regelmäßig fünf- oder sechsseitige Platten. Zwischen den Rändern der mosaikartig angeordneten Elemente sind Interzellularbrücken und Interzellularlücken vorhanden. Letztere dienen zum Durchtritt von Flüssigkeiten und von Wanderzellen. Die Oberfläche, welche dem begrenzten Binnenraum zugekehrt ist, erscheint glatt und ist mit einer festeren Schicht ausgestattet. Der platte ellipsoidische Zellkern bedingt oft eine lokale Vorwölbung des Zellkörpers.

Zur Darstellung der Zellgrenzen dient eine 0,25—0,75 % Arg. nitricum-Lösung. Bei entsprechender Einwirkung bildet sich aus der eiweißhaltigen Flüssigkeit, welche die Interzellularlücken erfüllt ein Silberalbuminat, welches, vom Licht zersetzt, durch das ausgeschiedene metallische Silber die Zellgrenzen als schwarze Linien sichtbar macht.

Digitized by Google

11. Das embryonale Bindegewebe besteht anfangs nur aus sternförmigen, reich verästelten, miteinander in Verbindung stehenden (anastomosierenden) Zellen und einer gallertigen, Mucin enthaltenden Interzellularsubstanz (Fig. 108). Die Kerne der Zellen sind ellipsoidisch oder auch der Form des Zellkörpers entsprechend unregelmäßig.

In dieser Form besteht das embryonale Bindegewebe nur kurze Zeit; bald erscheinen innerhalb und außerhalb der Zellen Fibrillen collagener und elastischer Art, je nach dem Ort, doch bleibt die gallertige Interzellularsubstanz zunächst noch reichlich vorhanden, so daß sogar noch zur Zeit der Geburt das alsdann außerordentlich faserreiche Gewebe der Nabelschnur einen sulzigen Charakter zeigt

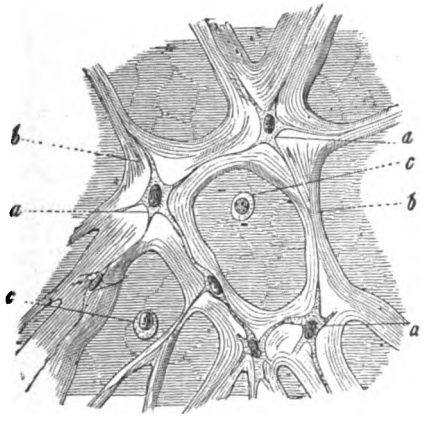


Fig. 145.

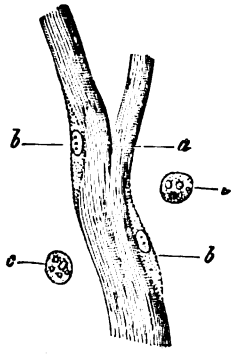


Fig. 146.

Fig. 145. **Embryonales Bindegewebe** (Whartonsche Sulze) aus der Nabelschnur eines Fetus von vier Monaten. *a* Netz verästelter Zellen; *b* collagene Fibrillen; *c* Wanderzellen.

Fig. 146. **Bindegewebsbündel** aus der Nabelschnur vom Neugeborenen. *a* collagene Fibrillen; *b* spindelförmige Zellen; *c* kugelige Zelle mit Fetttröpfchen.

(Whartonsche Sulze). Es kommt ferner vor in der Umgebung des häutigen Gehörlabyrinthes. Durch seine Verflüssigung entstehen die perilymphatischen Räume des inneren Ohres.

Blut und Lymphe.

Das Blut kann angesehen werden als ein Bindesubstanzgewebe, welches nur aus Zellen besteht und mit reichlicher Interzellularsubstanz versehen ist. Man unterscheidet demgemäß am Blut zwei Hauptbestandteile: 1. Blutflüssigkeit, Plasma s. Liquor sanguinis, und 2. geformte Elemente, Blutkörperchen, Corpuscula sanguinis. Das Blutplasma zerfällt durch den Vorgang der Gerinnung in zwei Bestandteile, a) einen festen, fädig-körnigen, das Fibrin, und b) einen flüssigen, gelblichen durchsichtigen, das Serum. An geformten Elementen kennt man a) rote Blutkörperchen, Erythrocyten, b) farblose Blutkörperchen (unpassend auch weiße genannt) Leukocyten, c) Blutplättchen, Thrombocyten, d) Blutstäubchen, Haemoconien, welche wahrscheinlich keine besondere Stellung einnehmen, sondern wohl Zerfallsprodukte der anderen Elemente oder Eiweißkörper anderer Herkunft sind, und Fetttröpfchen.

Digitized by Google

Folgendes Täfelchen diene zur Erleichterung der Übersicht.

Blut
- Blutplasma
  - Fibrin
  - Serum
- Blutkörperchen
  - Erythrocyten
  - Leukocyten
  - Thrombocyten
  - [Haemoconien]

Die Blutmasse als Ganzes stellt ein Organ dar, ein flüssiges und während des Lebens in röhrenförmigen in sich zurücklaufenden Bahnen bewegtes Organ zwar, aber doch ein Organ. Das Blut als Organ hat uns hier nicht zu beschäftigen, sondern nur seine Eigenschaften als Gewebe.

Die Gesamtmenge des Blutes beim Erwachsenen beträgt $^1/_{13}$ des ganzen Körpergewichts (Bischoff).

Das Blut hat ein spezifisches Gewicht von 1050—1060 (bei Männern 1055 bis 1060, bei Weibern 1050—1056), salzigen Geschmack, eigentümlichen Geruch, dunkel- oder hellrote Farbe. Es enthält 78—79 Proz. Wasser, 21—22 Proz. Trockenrückstände. Es besteht zu 45—50 Proz. aus geformten Elementen.

Nach Hoppe-Seyler beträgt der Gehalt des menschlichen Blutes an Plasma 67,90 Proz. In ihm sind 7,07 feste Bestandteile und 60,83 Wasser enthalten.

1. Der Liquor sanguinis, das Blutplasma, ist ungeformt. Unter bestimmten Umständen aber, besonders nach Entnahme von Blut aus den Gefäßen, zeigt sich jene interessante Veränderung im Blutplasma, welche man unter dem Namen Gerinnung kennt. In der vorher klaren, farblosen Flüssigkeit treten feine helle Fäden, Fibrinfäden, auf, welche rasch an Menge zunehmen und die übrigen geformten Gebilde einschließen. Es können auf diese Weise sehr schöne Netze zustande kommen. In anderen Fällen ist die Lagerung der Fäden unregelmäßig und es entsteht schließlich ein dichter wirrer Filz, dessen Substanz Faserstoff des Blutes, Fibrin, genannt wird. (Über die feineren Vorgänge bei der Gerinnung s. weiter unten). Die zurückbleibende Flüssigkeit (ohne geformte Elemente irgendwelcher Art) heißt Blutserum, Serum sanguinis. Der die geformten Elemente und das Fibrin enthaltende Teil stellt den sogenannten Blutkuchen, Placenta sanguinis, dar. Wird das Blut vor seiner Gerinnung mit einem Stabe geschlagen, so scheidet sich das Fibrin als weiße, faserige Masse ab, welche nur sehr wenig Blutkörperchen enthält. Den zurückbleibenden Blutteil nennt man defibriniertes Blut.

2. Die roten Blutkörperchen, Erythrocyten, sind im postfetalen Leben kernlose bikonkave Scheiben mit abgerundetem Rand. Die Vertiefung der Scheibe wird als „Delle" bezeichnet. Die Farbe der Erythrocyten ist unter dem Mikroskop gelblich, bei Betrachtung mit bloßem Auge rot. Die Farbe wird durch einen besonderen Eiweißkörper, das Hämoglobin, bewirkt. Der Durchmesser der Scheibe beträgt durchschnittlich 7,5 μ; eine geringe Anzahl hat bis 8—12 μ und bildet Riesenkörperchen, Megalocyten, andere sind Zwergformen, Mikrocyten von 2—4 μ. Die Dicke beträgt am Rande 2,5 μ, in der Mitte 1,8—2 μ (Hayem). Sie sind weich und biegsam, aber elastisch. Sie haben Neigung, im Präparat sich zu Reihen anzuordnen, indem sie sich mit ihren Flächen aneinanderlegen. Dadurch entsteht die sogenannte „Geldrollen-Anordnung" (Fig. 148). Diese kann aber nur eintreten, wenn die Blutschicht eine bestimmte Dicke hat. Heidenhain (Folia haematologica 1904) führt diese Anordnung auf Oberflächenspannung zurück.

Digitized by Google

Über den feineren Bau der roten Blutkörperchen haben die Untersuchungen der letzten Zeit die alte Lehre bestätigt, daß die Erythrocyten eine Membran besitzen, welche den flüssigen Inhalt, das Hämoglobin, umschließt. Die Membran ist durchsichtig, farblos, am frischen Präparat nicht sichtbar, klebrig. Sie kann durch Methylviolett sowohl am frischen (Schäfer) wie am konservierten (Deetjen) Präparat dargestellt werden (Fig. 147). Eine besondere Plasma-Struktur im Innern des Blutkörperchens ist wohl nicht vorhanden, vielmehr hat man es sich vorzustellen unter dem Bild einer mit Flüssigkeit (Hämoglobin) gefüllten Hohlkugel, deren Wand die Membran ist.

Die roten Blutkörperchen sind sehr empfindliche Gebilde und leiden in Form und Beschaffenheit unter den verschiedenartigsten Einwirkungen. Erhöhung des osmotischen Druckes durch Verdunstung des Wassers oder Zusatz von Salzen,

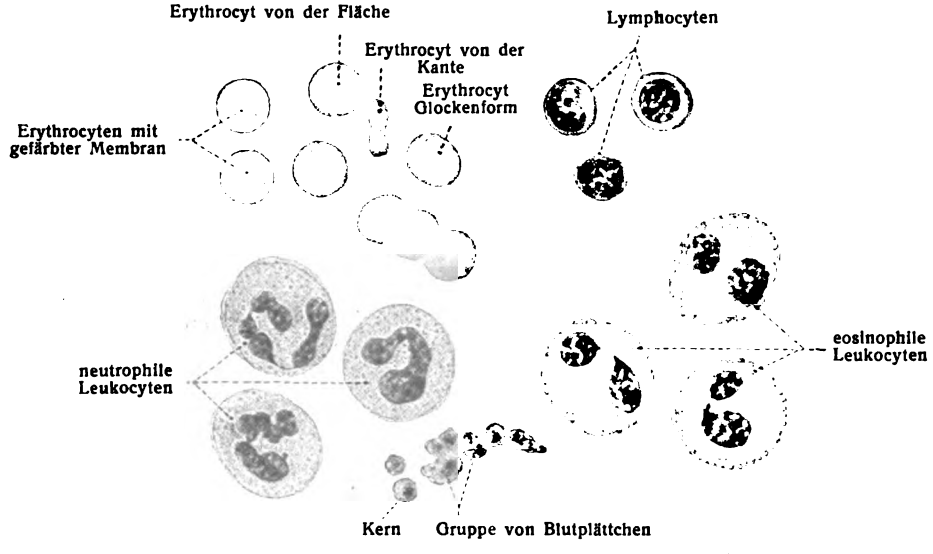


Fig. 147.

Blut vom Menschen. 1000:1. Übersicht über die Gestalt der Erythrocyten, Leukocyten und Thrombocyten im gefärbten Trockenpräparat.

Zucker u. a. bewirkt Schrumpfung. Dabei treten an ihnen kleine Zacken und Spitzen auf; das Körperchen nimmt Maulbeer- oder Stechapfelform an (Fig. 149). Verminderung des osmotischen Druckes bewirkt Quellung, Platzen der Membran und Austreten des Blutfarbstoffes. Die Membranen bleiben als schwer sichtbare, schattenhafte Gebilde „Blutschatten" zurück, können aber durch Zusatz von Jodlösung deutlich gemacht werden.

Daß die roten Blutkörperchen eine Membran besitzen, welche einen flüssigen Inhalt umschließt, war von Virchow, Kollmann, Merkel, Krause, Schäfer, Hensen stets vertreten worden, gegenüber der Ansicht von Rollet, nach welcher sie aus einem Gerüstwerk, dem Stroma, und dem dasselbe wie Wasser den Schwamm durchtränkenden Hämoglobin bestehen sollten. Das physikalische Verhalten der Erythrocyten gegen schwächere und stärkere Konzentration der Flüssigkeit, oder, wie man jetzt sagt, gegenüber isotonischen, hyperisotonischen und hypisotonischen Lösungen, schon ausführlich von R. Virchow besprochen, wird nur erklärlich durch das Vorhandensein einer für Wasser durchgängigen Membran, denn bei vorsichtigem Wasserzusatz kann man das Blutkörperchen so quellen, daß es ganz blaß erscheint, und bei Erhöhung der Konzentration kann dasselbe Körperchen wieder seine natürliche Größe und Farbe erhalten. Bei weiterer Wasserent-

Digitized by Google

ziehung treten dann die Maulbeer- und Stechapfelformen auf. Die Darstellung der Membran am frischen Blut durch Färbung mit Methylviolett hat Schäfer seit einer Reihe von Jahren in seinem Lehrbuch (Essentials of Histology, deutsch von W. Krause) empfohlen; (ich selber lasse diese Präparate seit Jahren im histologischen Kurs anfertigen). Deetjen hat einen ähnlichen Farbstoff zum selben Zweck auch für Trockenpräparate empfohlen. Die Untersuchungen von Pascucci haben bestätigt, daß die Membran aus Proteïden, welche mit Lecithin und Cholesterin durchtränkt ist, be-

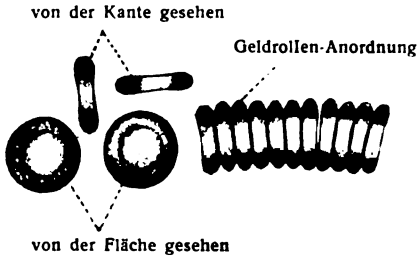


Fig. 148.

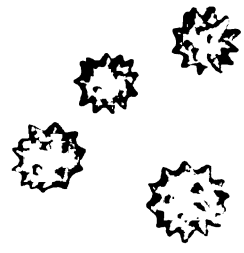


Fig. 149.

Fig. 148. **Rote Blutkörperchen** des Menschen. 1200:1.
Fig. 149. **Rote Blutkörperchen** des Menschen. Stechapfelform.

steht. Aus dieser Zusammensetzung erklären sich die physiologischen und pathologischen Zustände der Erythrocyten.

Nach Untersuchungen von Dekhuyzen und Weidenreich sind die roten Blutkörperchen nicht bikonkave Scheiben, sondern konvex-konkave, Gastrula-ähnliche Gebilde; sie sind glockenförmig oder napfartig nur mit einer Vertiefung versehen. Dekhuyzen bezeichnet sie als Chromokrateren. Gegen diese Auffassung haben sich neuerdings Jordan (Anat. Anz., 34. Bd.) und Jolly (Arch. d'Anat. micr., 11. Bd.) ausgesprochen.

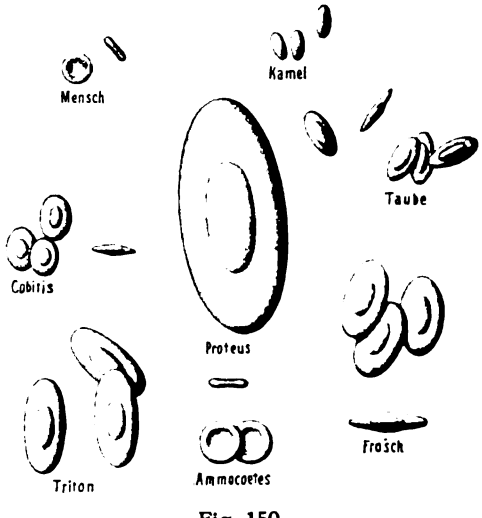


Fig. 150.

Erythrocyten des Menschen und verschiedener Tiere bei derselben Vergrößerung. (Nach Frey.)

Vergleichend-anatomisches: Die roten Blutkörperchen der Säugetiere sind denjenigen des Menschen ganz ähnlich, wenn auch Größenunterschiede vorkommen. Größer sind die des Elefanten, des Walrosses, der Edentaten; die des Hundes haben 7,3 μ D.; es gibt hierüber große Tabellen. Die roten Blutkörperchen der kamelartigen Tiere sind ebenfalls kernlos, aber elliptisch. Die roten Blutkörperchen der übrigen Wirbeltierklassen sind elliptisch und kernhaltig; die des Petromyzon sind kreisförmige kernhaltige Scheiben. Über diese Verhältnisse orientiert Fig. 150.

Es gibt in der Tierreihe zwei verschiedene Arten von Blut, Eisenblut und Kupferblut. Ersteres enthält Hämoglobin, wird an der Luft rot, letzteres enthält Hämocyanin und wird blau; es findet sich bei Mollusken und Arthropoden. Das Eisenblut findet sich außer bei Wirbeltieren bei einer Anzahl von Würmern und Mollusken.

Die embryonalen roten Blutkörperchen des Menschen und der Säugetiere sind sämtlich kernhaltig und zeigen zahlreiche mitotische Teilungen, welche sich während des Kreislaufes vollziehen. Auf späteren Entwicklungsstufen nehmen die kernhaltigen roten Blutkörperchen an Menge ab. Beim neugeborenen Kaninchen gibt es nach Hayem nur noch wenige derselben zwischen den schon völlig ausgebildeten kernlosen. Beim Menschen ist im vierten Fetalmonat das Blut schon sehr reich an kernlosen Blutkörperchen, im sechsten Monat ist die Zahl der kernhaltigen roten sehr gering geworden, vom siebenten Monat an sind nur noch kernlose rote Blutkörperchen vorhanden. Nur bei bestimmten Erkrankungen findet man im späteren Leben kernhaltige rote Blutkörperchen.

Digitized by Google

Die Lebensdauer der Erythrocyten wird auf 3—4 Wochen angegeben. Abgesehen von denjenigen, welche etwa im kreisenden Blut zugrunde gehen, erfolgt das Zugrundegehen in der Leber, in der Milz und vielleicht auch im Knochenmark, woselbst bestimmte Zellen Blutkörperchen aufnehmen und verarbeiten. Weidenreich findet in den Blutlymphdrüsen zahlreiche Fragmente zerfallener Erythrocyten neben reichlich vorhandenen eosinophilen Zellen. Er leitet die Granula dieser Leukocytenform her von aufgenommenen Stücken der zerfallenen Erythrocyten.

3. Die farblosen Blutkörperchen, Leukocyten (Fig. 147), sind membranlose Zellen, welche aus körnigem Protoplasma und einem oder mehreren Kernen bestehen. Im Zustand der Ruhe sind sie kugelig und haben einen Durchmesser von 4—14 μ. Sie machen amöboide Bewegungen und nehmen dadurch verschiedene Formen an.

Nach der Größe, der Kernform, sowie dem Bau und dem färberischen Verhalten des Zelleibes werden drei verschiedene Arten unterschieden (Fig. 147), deren

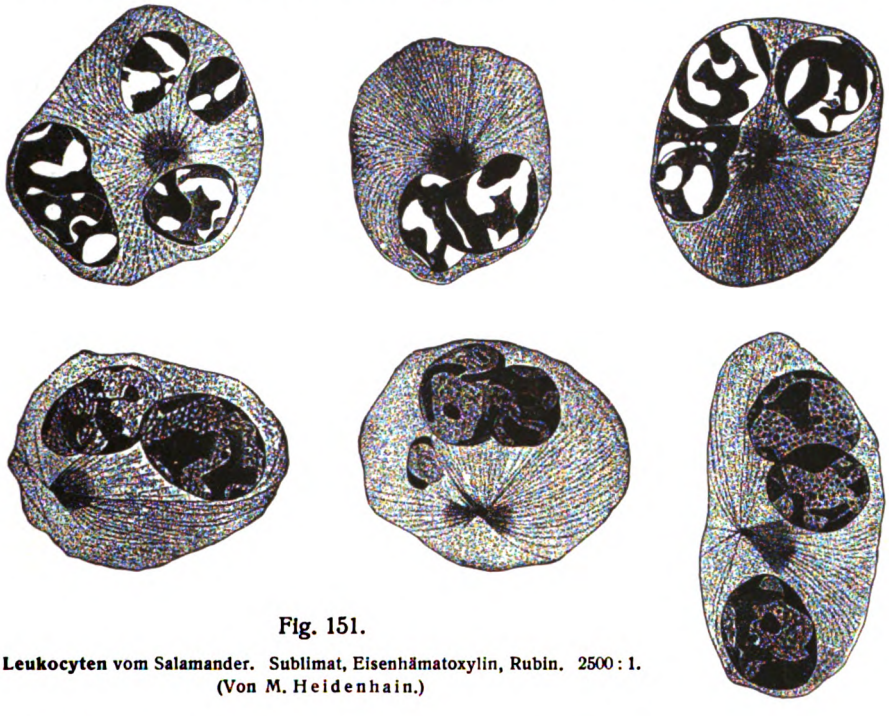


Fig. 151.

Leukocyten vom Salamander. Sublimat, Eisenhämatoxylin, Rubin. 2500 : 1. (Von M. Heidenhain.)

erste als uninucleäre Leukocyten den anderen Formen, den multinucleären Leukocyten, gegenübergestellt wird. Alle die verschiedenen Arten der Leukocyten stammen wahrscheinlich ab von einer gemeinsamen Stammform, dem Lymphocyt. (Maximow, Dantschakoff, Weidenreich).

a) Die Lymphocyten besitzen meist die Größe eines roten Blutkörperchens, haben einen verhältnismäßigen großen, kugeligen, stark färbbaren Kern und eine schmale, dünne Schicht von Protoplasma.

b) Die neutrophilen Leukocyten sind fast doppelt so groß als ein Erythrocyt. Der Kern ist „polymorph", d. h. er tritt in sehr verschiedener Form auf: er ist hufeisen-, kleeblatt-förmig, unregelmäßig gestaltet, in mehrere Stücke geteilt, mit dichtem, intensiv färbbaren Gerüst. Der Zelleib besitzt eine feine, dichte Körnung, welche saure oder basische Farbstoffe nicht aufnimmt, dagegen in zusammengesetzten Farben einen neutralen Farbton erhält.

Digitized by Google

c) Die acidophilen (eosino- oder oxyphilen) Leukocyten sind ebenso groß wie die neutrophilen und besitzen gleichfalls einen polymorphen Kern, welcher ebenfalls oft in einzelne Stücke zerfallen ist. Der Zelleib ist dicht erfüllt von starkglänzenden, groben Körnchen, welche mit Begierde saure Farbstoffe (Eosin, Fuchsin) aufnehmen. Die Körnchen sind nach Zietzschmann und Weidenreich Trümmer von zugrunde gegangenen Erythrocyten.

Zu diesen drei Hauptformen gesellt sich noch eine vierte Gruppe von Zellen, welche Ehrlich als Übergangsformen bezeichnet hat. Sie sind den Lymphocyten ähnlich, aber von wechselnder Größe und besitzen einen großen, gelappten, schwach färbbaren Kern.

Nach Spronck sind auch im strömenden Säugetierblut Mitosen der Leukocyten vorhanden, und zwar etwa zwei auf tausend Körperchen. Sie vermehren sich hiernach im Blut, wie die Epithelzellen innerhalb der epithelialen Lager. Es gibt aber noch eine anderweitige, beständig fließende Quelle der Vermehrung der Leukocyten. Diese Quelle ist die Lymphe, welche aus den Organen, die als Brutstätten von Lymphkörperchen bereits erwähnt worden sind, beständig frische Leukocyten ins Blut führt. Diese starke Regeneration läßt auf einen großen Verbrauch schließen.

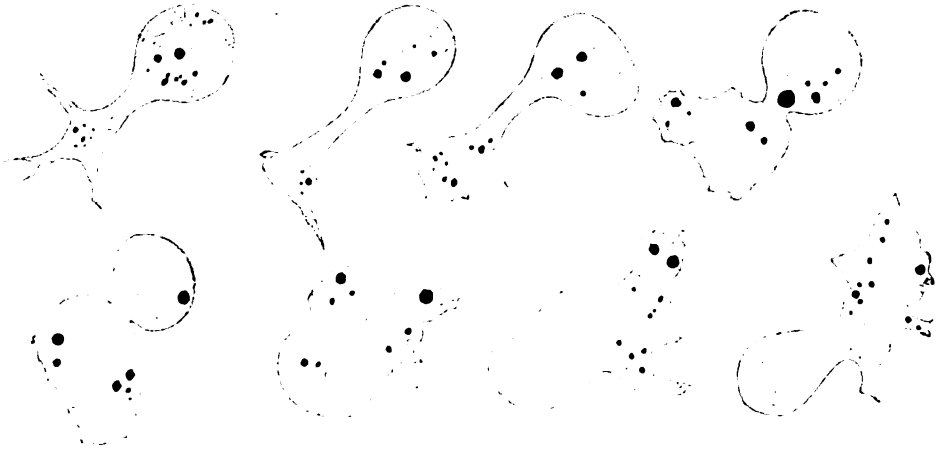


Fig. 152.

Amöboide Bewegung desselben farblosen Blutkörperchens vom Frosch. Formänderungen innerhalb 10 Minuten. Die schwarzen Teilchen sind chinesische Tusche, welche 24 Stunden vorher in den dorsalen Lymphsack eingespritzt war.

Aus dem Angegebenen erhellt, daß Leukocyten des Blutes und der Lymphe, Lymphkörperchen, lymphoide Zellen gleicher Herkunft sind. Auch das Knochenmark führt neben anderen Gebilden solche Zellen; hier heißen sie Markzellen. In den übrigen Geweben zerstreut vorkommende derartige Gebilde führen den Namen Wanderzellen. Sie sind, wenigstens zum Teil, entweder aus den Blutgefäßen ausgewandert, oder unmittelbar aus den Brutstätten der Leukocyten selbst. Ein anderer Teil von Wanderzellen verdankt vielleicht fixen Bindegewebszellen seinen Ursprung; doch scheint dies mehr ein pathologischer Vorgang zu sein.

Wanderzellen haben auch die Fähigheit, zwischen die Zellen der Epithelien zu dringen und so entweder auf die Oberfläche zu gelangen oder innerhalb der epithelialen Lager zu zerfallen. Auf die freie Oberfläche gelangen solche im ganzen Verdauungskanal (Stöhr). So kommen sie auch in den Speichel, wo sie Speichelkörperchen heißen und den Funktionen des Speichels zu dienen haben.

Wo sie sich auch finden mögen, können die Wanderzellen und überhaupt die Leukocyten gegebenen Falles als Freßzellen, Phagocyten (Metschnikoff), wirken: als kleine Polizeiorgane, welche den Körper von verbrauchten Elementen

Digitized by Google

befreien helfen, Krankheitskeime aufnehmen und verdauen, Zelltrümmer in sich einschließen und beseitigen.

Massenhaft aus den Gefäßen, und zwar zwischen den Endothelzellen austretende Leukocyten bilden die Hauptmasse des Eiters.

In den Wanderzellen der Amphibien sind durch Flemming und Heidenhain bleibende Zentralkörperchen nachgewiesen worden. (Fig. 151.) In den Leukocyten des Menschen sind zwei dicht nebeneinander gelegene Zentriolen vorhanden (Weidenreich).

4. Die Blutplättchen (Bizzozero), Blutscheibchen (Laker) oder Thrombocyten (Dekhuyzen), sind kleine, 1—3 μ große, nach neueren Untersuchungen (Deetjen, Kopsch u. a.) kernhaltige Zellen. Im kreisenden Blut sind sie von der Fläche gesehen kreisrund, von der Kante betrachtet, wetzsteinartig. Am frisch-fixierten Präparat zeigen etliche auch einen oder zwei feine Fortsätze. Da sie spezifisch leichter sind als das Blutplasma, steigen sie im frischen Blutpräparat in die oberen Schichten und sind deshalb bei Einstellung auf die untere Fläche des Deckglases

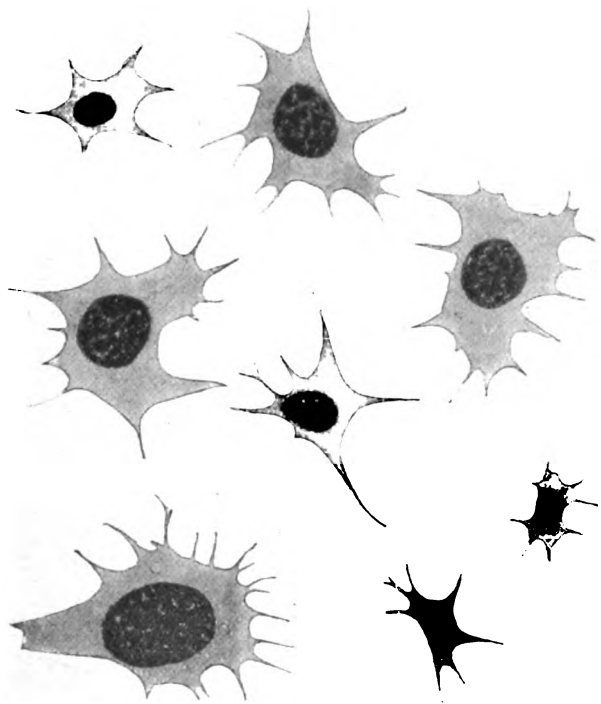


Fig. 153.

Fig. 154.

Fig. 153. **Thrombocyten (Blutplättchen)** aus Menschenblut, beobachtet auf Deetjens Lösung, fixiert mit 1 proz. Osmiumsäure, gefärbt mit Hämatoxylin. Maßstab 3200 : 1. (Fr. Kopsch, 1900.)

Fig. 154. **Thrombocyten (Blutplättchen)**; fixiert aus frischem Menschenblut; von der Fläche und von der Kante. 3200 : 1.

leicht zu erkennen als helle glänzende Punkte. Sie sind außerordentlich labile Gebilde: die geringsten Änderungen in dem umgebenden Plasma wirken schädigend. Sie kleben alsdann aneinander, sowie an benachbarten Gegenständen fest und zerfallen unter Auflösung des Kerns und schaumiger Umwandlung des Protoplasma. Diese Vorgänge bilden die Einleitung und die Bedingung der Gerinnung des Blutplasma.

Außerhalb der Blutbahn können sie einige Zeit hindurch ohne zu zerfallen nur durch zwei Kunstgriffe erhalten werden. Der eine, von Bürker angegeben, ist sehr geeignet zur Gewinnung eines klaren übersichtlichen Bildes zahlreicher Thrombocyten. Er beruht darauf, daß ein Bluttropfen auf einer frisch geglätteten Paraffinunterlage schwer gerinnt. Läßt man einen frischen Tropfen Blut

Digitized by Google

auf einem frisch geglätteten Stück Paraffin, vor Verdunstung geschützt durch eine feuchte Kammer, einige Zeit stehen, so senken sich die schweren Erythro- und Leukocyten nieder und der obere Teil des Tropfens enthält klares Plasma und die spezifisch leichten Thrombocyten, welche mit einem Deckgläschen abgenommen und unter dem Mikroskop untersucht, sowie weiter behandelt werden können.

Bei der zweiten, nicht so einfachen Methode (von Deetjen angegeben) wird ein kleines Tröpfchen Blut auf eine mit Kochsalz und Natriumphosphat versetzte Agaragarschicht gebracht. Hier halten sich die empfindlichen Gebilde lange Zeit und können auf dem heizbaren Objekttisch in ihren Lebensäußerungen beobachtet werden. Eine sehr einfache Methode ist jüngst von diesem Autor angegeben worden (Zeitschr. physiol. Chemie, Bd. 6, 1909).

Fig. 155.

Hämoglobinkristalle vom Eichhörnchen (unter Benutzung einer Figur von Schäfer).

Man sieht in einem nach Deetjens Methode angefertigten frischen Präparat den Kern als grünlich-glänzenden Punkt; das Protoplasma sendet spitze Fortsätze aus und zieht sie wieder ein; man hat sogar eine, wenn auch geringe Ortsveränderung an den Blutplättchen beobachtet. Das Aussehen und die verschiedene Größe der Thrombocyten zeigt Fig. 153. Die in ihr abgebildeten Elemente sind, nach Deetjens Methode behandelt, vor der Fixierung dreißig Minuten lang von mir beobachtet worden.

Ob die Thrombocyten des Menschenblutes den ebenso benannten kernhaltigen und die gleiche Funktion besitzenden Elementen niederer Tiere homolog sind, ist zwar noch nicht bewiesen, aber sehr wahrscheinlich.

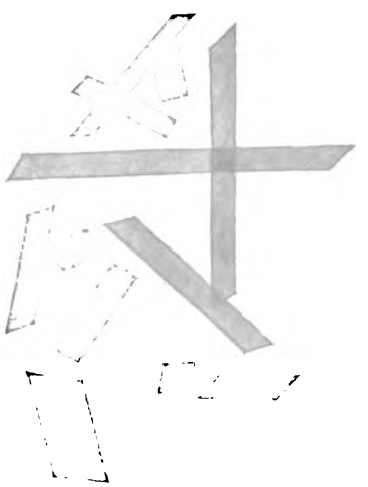


Fig. 156.

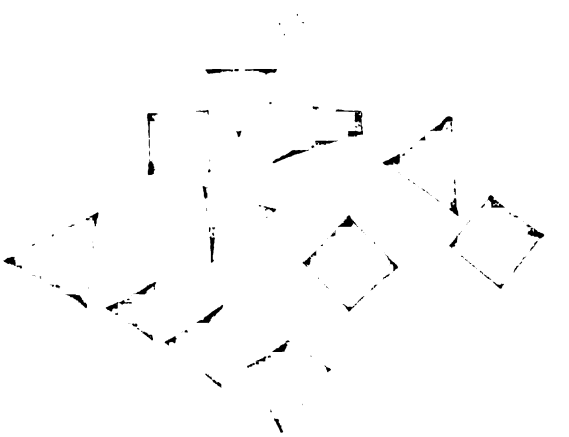


Fig. 157.

Fig. 156. **Hämoglobinkristalle** vom Menschen (unter Benutzung einer Figur von Schäfer).

Fig. 157. **Hämoglobinkristalle** vom Meerschweinchen (unter Benutzung einer Figur von Schäfer).

Eine große Zahl von Autoren betrachtet die Blutplättchen als Abschnürungs- oder Zerfallsprodukte von roten oder farblosen Blutkörperchen. (Arnold, E. Schwalbe u. a.) Weidenreich leugnet ebenfalls die Zellnatur der Blutplättchen; der von Deetjen und andern als Kern gedeutete Zellinhaltskörper ist kein Kern, sondern eine körnige basophile Masse. (Verhandl. anat. Ges. 1906.) J. H. Wrigth beschreibt (Publ. Mass. Gen. Hospital. Boston, Vol. III, 1910) die Abschnürung der Blutplättchen vom Zelleib der Riesenzellen in den blutbereitenden Organen (Knochenmark, Milz); der Inhaltskörper stammt von den Granula des Cytoplasma, nicht vom Kern. Nach Schilling (Deutch. med. Wochenschr. 1918) sind die Blutplättchen freigewordene Kerne der Erythrocyten.

Digitized by Google

5. Blutstäubchen (Hämoconien, Müller) und Fetttröpfchen. Die im Blutplasma in wechselnder Menge vorkommenden Körnchen und Körnchenhaufen sind wohl keine selbständigen Elemente, wie Müller annimmt. Sie haben ein mattes Aussehen und erwecken den Gedanken, sie seien Trümmer zerfallener größerer Gebilde, etwa der Blutplättchen und der Leukocyten. Indessen ist eine bestimmte Aussage hierüber zurzeit nicht zu machen.

Die im Blutplasma vorhandenen Fetttröpfchen sind am leichtesten abzuleiten aus dem Fett des sich in das Blut ergießenden Chylus- und Lymphstromes. Der Chylusstrom ist zur Zeit der Fettresorption im Darm ganz weiß infolge des aufgenommenen Fettes, indem Fetttröpfchen an Fetttröpfchen sich reiht. Mit dem Lymphstrom gelangt er aber unmittelbar ins Blut; an der Mündungsstelle des Ductus thoracicus ergießt sich ein weißer Strom ins Venenblut. So wurde der Milchbrustgang am Hunde entdeckt (Pecquet 1651). Im normalen Blut Erwachsener sind die Fetttröpfchen an entfernteren Stellen allerdings nur spärlich nachzuweisen, im Blut saugender Kätzchen aber in ungeheuren Mengen (Hayem).

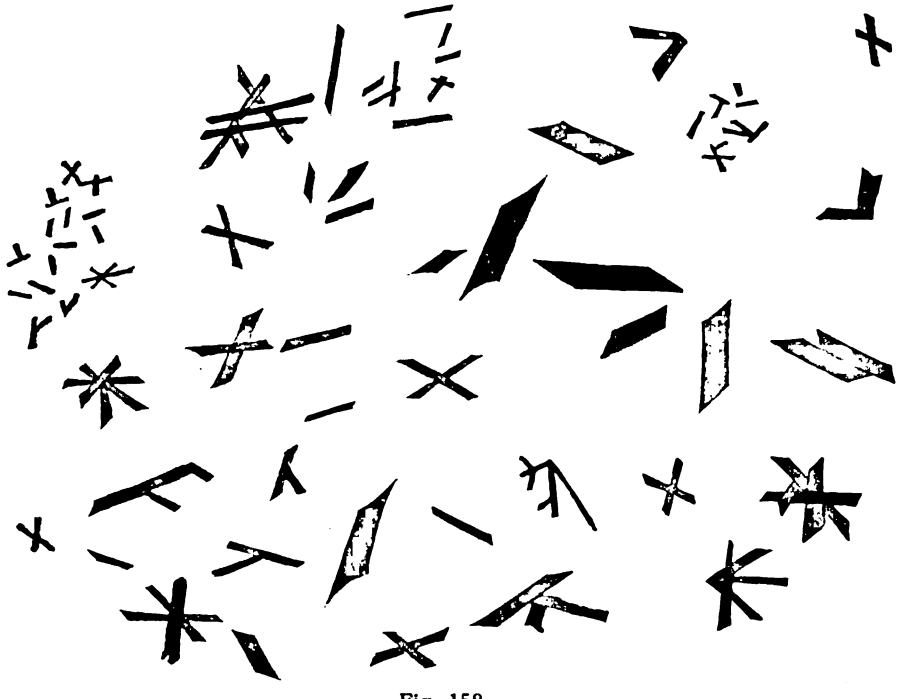


Fig. 158.
Häminkristalle, Teichmannsche Kristalle (unter Benutzung einer Figur von Schäfer).

6. Blutkristalle: Es sind Kristalle bekannt von: 1. Hämoglobin, 2. Methämoglobin, 3. Parahämoglobin, 4. Hämatin und Hämin, 5. Hämochromogen, 6. Hämatoporphyrin, 7. Hämatoidin, 8. Charcot-Leydensche Kristalle, 9. Blutserumkristalle, 10. Formalinpigmentkristalle.

Die bekanntesten sind: Hämoglobin-, Hämin- und Hämatoidinkristalle.

Das Hämoglobin kristallisiert für jede Tierspezies in besonderer charakteristischer Form, beim Menschen in Säulen (Fig. 156), beim Meerschweinchen in Tetraëdern (Fig. 157), beim Eichhörnchen in hexagonalen Tafeln. Fig. 155.

Hämatin ist $C_{32}H_{32}N_4FeO_4$, Hämin ist das Anhydrid des Hämatins; es hat die Formel $C_{32}H_{30}N_4FeO_3$. Hämatin entsteht bei der Zersetzung des Blutes; es ist eine sehr beständige Verbindung, bildet mit vielen Säuren echte Salze. Die Salze des Hämins, deren Kristalle bekannt sind unter dem Namen Teichmannsche Kristalle, sind Haloidesterkristalle; sie bilden rhombische, doppeltbrechende Täfelchen und Säulen bei guter Ausbildung (Fig. 158), Eier-, Gerstenkorn-, Para-

Digitized by Google

graphenform bei schlechter Ausbildung. Ihre Farbe ist je nach dem Haloid verschieden, hellgraubraun bei Chlor, rötlichbraun bei Brom, schwärzlich bei Jod.

Ihre Form ist, wie im Gegensatz zu den Hämoglobinkristallen besonders betont werden muß, so übereinstimmend bei Tieren verschiedenster Art, daß man nicht einmal das Hämin der Wirbellosen von dem der Wirbeltiere kristallographisch unterscheiden kann.

Das Hämatoidin (R. Virchow) kann sich überall dort bilden, wo aus der Gefäßbahn getretene Blutmassen im lebenden Organismus langsam eingedickt werden (z. B. im Gehirn, im Corpus luteum des Eierstockes, im Unterhautbindegewebe). Es bildet orangefarbige rhombische Täfelchen. Fig. 159.

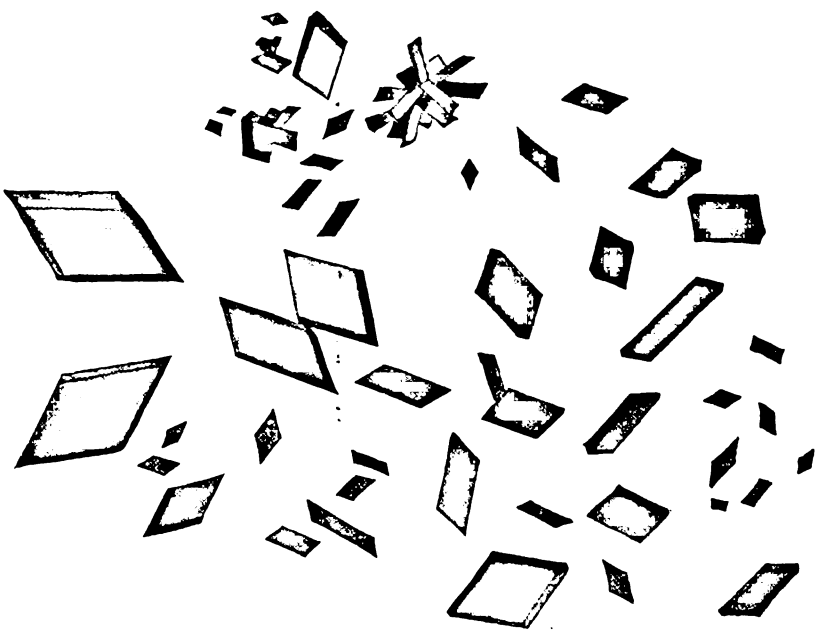


Fig. 159.
Hämatoidinkristalle vom Menschen (unter Benutzung einer Figur von Schäfer).

Die Charcot-Leydenschen oder Asthmakristalle entstehen bei gewissen Krankheiten aus zerfallenen Leukocyten. Es sind langgestreckte Doppelpyramiden mit geraden Kanten und scharfen Ecken.

Das Methämoglobin ist eine feste Verbindung des Sauerstoffs mit Hämoglobin, es kristallisiert in braunroten Nadeln, Prismen usw. Parahämoglobin entsteht aus dem Oxyhämoglobin; es ist in Wasser unlöslich. Hämochromogen ist die gefärbte Atomgruppe des Hämoglobins, enthält Eisen, dagegen ist das rote Hämatoporphyrin eisenfrei. Es entsteht im Organismus bei gewissen Vergiftungen. Das Serumalbumin ist zuerst von Gürber in Form hexagonaler Prismen erhalten worden, Formalinpigmentkristalle bilden sich aus dem Blutfarbstoff, wenn nicht ganz frische bluthaltige Organe längere Zeit in Formalin konserviert werden. H. U. Kobert, Über das mikrokristallographische Verhalten des Wirbeltierblutes. Mitteil. aus d. Institut für physiol. Chemie usw. Rostock. Leipzig 1900.

Die Zahlenverhältnisse der Blutkörperchen sind außerordentlich wichtig, denn sie geben eine sichere Unterlage für die Beurteilung der Qualität des Blutes. Das Verhältnis der drei geformten Elemente des Blutes ist: 1. L.: 666 E.: 66 T., d. h. auf einen Leukocyten kommen 666 Erythrocyten und 66 Thrombocyten. Das Verhältnis des Blutplasma zu den geformten Elementen ist folgendes:

Digitized by Google

Ein Kubikmillimeter Blut enthält beim Mann 5 Millionen Erythrocyten, 5000 bis 10000 Leukocyten, 500000 Thrombocyten.

Die Zahl der Erythrocyten unterliegt Schwankungen nach Geschlecht, Lebensalter, Körperbeschaffenheit, Tageszeiten. Beim Weibe sind 4,5, beim Manne 5 Millionen roter Blutkörperchen in 1 cmm enthalten. Diesen Unterschied sieht Grawitz als Anpassungserscheinung an, hervorgerufen durch die im allgemeinen geringere körperliche Tätigkeit des Weibes, denn Menschen von kräftigem Körperbau besitzen im allgemeinen mehr Erythrocyten, und außerdem bildet sich dieser Unterschied erst zur Zeit der Pubertät aus. Damit kommen wir zu den Verschiedenheiten, welche durch das Lebensalter bedingt sind. Beim Neugeborenen sind 6,9 Millionen Erythrocyten im cmm festgestellt worden. Innerhalb des ersten Jahrzehntes sinkt die Zahl

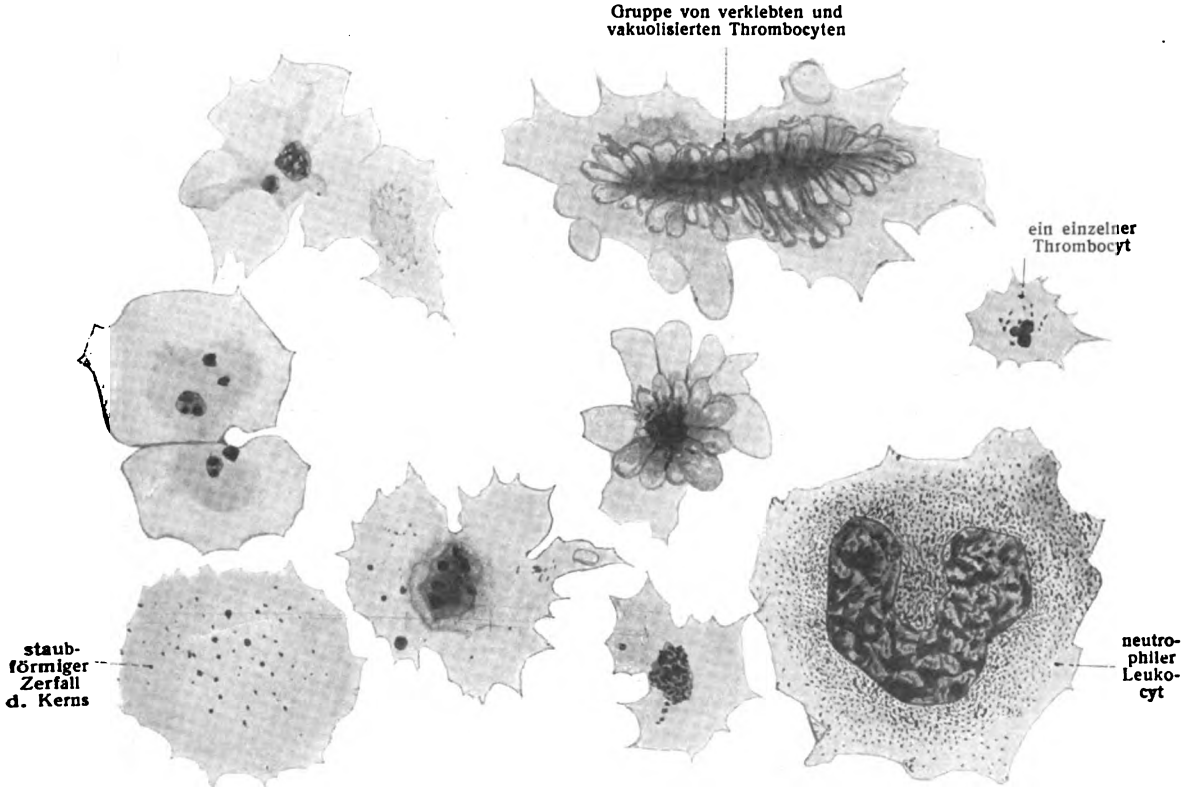


Fig. 160.

Veränderung der Thrombocyten des Menschenblutes im Anfang der Blutgerinnung. Rechts unten ein Leukocyt. 3200:1.

bis auf 4,5 Millionen, nimmt im zweiten Jahrzehnt zu bis 5 Millionen, sinkt bei Weibern zur Zeit der Pubertät bis auf 4,5 Millionen, während sie beim Mann bis ins hohe Alter konstant bleibt. Die im Lauf des Tages eintretenden Schwankungen entsprechen den Zeiten der Nahrungsaufnahme; sie treten je nach der Menge der aufgenommenen Flüssigkeit in verschiedenem Maße ein und sind wohl wesentlich bedingt durch die Verminderung oder Vermehrung des Wassergehaltes der Blutflüssigkeit.

Die Zahl der Leukocyten zeigt außer den Verschiedenheiten nach dem Lebensalter sehr erhebliche individuelle Unterschiede und in gewissem Maße Schwankungen entsprechend den Tageszeiten. Beim Neugeborenen sind in den ersten Tagen 18000 Leukocyten in 1 cmm gezählt worden. Innerhalb des ersten Jahrzehnts ist ihre Zahl 12900 (Schwinge). Im mittleren Lebensalter sind im Durchschnitt 7680 im cmm vorhanden, also je einer auf 666 Erythrocyten, wenn man mit Grawitz den Durchschnittswert zu 7500 annimmt. Das Verhältnis der verschiedenen Leukocytenformen zueinander ist: Neutrophile 65—70 Proz., Lymphocyten 25 Proz., eosinophile und Übergangsformen 5—10 Proz.

Digitized by Google

Die Bestimmung der Thrombocytenzahl ist außerordentlich schwer bei der labilen Struktur dieser Elemente und ihrer Neigung zur Haufenbildung. Ihre Zahl ist nach Affanassiew 200000 bis 300000, Fusari 180000—250000, Preuß 500000, Brodie und Russel, Pratt 400000—500000 in 1 cmm.

Die mikroskopische Untersuchung der Gerinnung des Blutes zeigt, daß innerhalb der ersten 4—5 Minuten die Blutplättchen charakteristische Veränderungen erleiden, welche sowohl Zelleib wie Kern betreffen (Fr. Kopsch). Sie bestehen in bedeutender Vergrößerung des Zelleibes unter Zerfall des Kerns in einzelne Körnchen. Die Massenzunahme des Zelleibes erfolgt durch Vakuolenbildung, so daß Haufen von Thrombocyten ein schaumiges Bild geben. Erst nach Ablauf dieser Veränderungen tritt die Fibrinbildung ein und damit die Gerinnung des

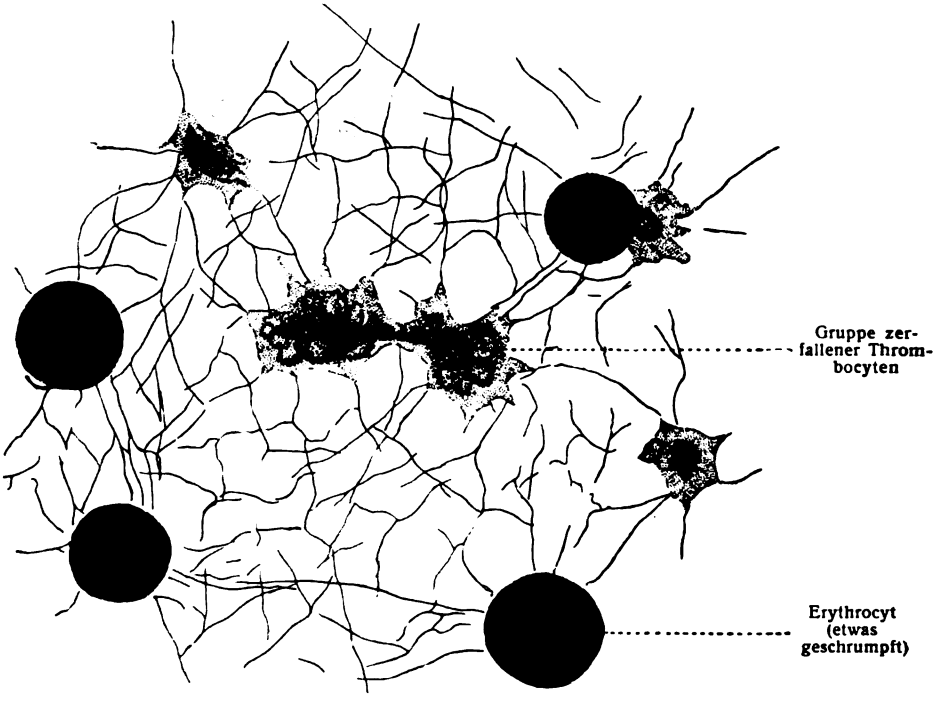


Fig. 161.

Fibrinnetz aus Menschenblut. 5 Minuten nach Anfertigung des Präparats. 3200:1.

Plasma, die Scheidung in Fibrin und Serum. Das Fibrin erscheint in Gestalt feiner, teils glatter, teils mit Körnchen besetzter Fäden, welche strahlenartig an allen körperlichen Elementen ansetzen. Es entsteht so ein feines zierliches Netz von Fibrinfäden, welches die zerfallenen Thrombocyten und die anderen geformten Blutelemente einschließt. Im weiteren Verlaufe zieht sich die Masse der Fäden zusammen und preßt das Serum heraus. Die Gerinnungszeit ist abhängig von der Temperatur und schwankt mit der Tageszeit (Bürker). Bei höherer Temperatur ist die Gerinnungszeit kürzer. Dagegen sind die Gerinnungszeiten bei verschiedenen Individuen an verschiedenen Tagen, bei annähernd gleicher Temperatur und gleicher Tageszeit nahezu gleich (Bürker). Die neueren Untersuchungen (Morawitz, Bürker) haben ergeben, daß die Gerinnung an den Zerfall der Thrombocyten geknüpft ist, wie es schon Bizzozero und andere gezeigt hatten.

Digitized by Google

Bildung neuer Blutkörperchen.

Der Ersatz für die am Ende ihrer Lebensdauer verschwundenen oder auf andere Weise verloren gegangenen geformten Elemente findet statt an verschiedenen Orten.

Die farblosen Blutkörperchen entstehen in allen lymphatischen Organen (Lymphknoten, Milz, Knochenmark) durch Teilung der vorhandenen Lymphzellen und Ausschwemmung in die Blutbahn durch den Lymphstrom.)

Die Bildungsstätten der Thrombocyten sind noch nicht genau bekannt. Nach Beobachtungen von Czermak entstehen sie innerhalb der Follikel des Darms aus der Teilung lymphoider Zellen, nach Wright aber (S. 112) von den Riesenzellen des Knochenmarkes.

Fig. 162.

Knochenmark (Katze, 3 Tage alt, Tibia). Retikulumfasern blau. (Nach Jackson.) ca. 750:1.

Die Bildung der Erythrocyten erfolgt im roten Knochenmark. Eine einheitliche Anschauung über ihre Entstehung, den Schwund des ursprünglich vorhandenen Kerns und andere Einzelheiten ist zurzeit noch nicht vorhanden. Erschwert wird die Übersicht durch das verschiedene Material und die verschiedenen Methoden, mit welchen die einzelnen Autoren arbeiten. Sicher ist, daß im roten Knochenmark neben mehrkernigen Riesenzellen und Leukocyten sogenannte Markzellen vorkommen. Sie werden als hämoglobinfreie und hämoglobinhaltige unterschieden. Letztere haben radiäre Kernstruktur, zeigen Mitosen, schwanken sehr hinsichtlich der Größe (6—9 μ). Sie sind die Vorstufen der roten Blutkörperchen und werden Erythroblasten genannt. Die Kerne gehen verloren, bevor die Blutkörperchen in den Kreislauf gelangen. Nach einigen Autoren (Rindfleisch, Ehrlich, Maximow) wird der Kern in toto ausgestoßen, nach anderen (Neumann, Kölliker, Grawitz) schwindet er allmählich innerhalb der Zelle.

Digitized by Google

An welchen Stellen des Knochenmarkes sich die Erythroblasten befinden, ist ebenfalls noch unentschieden. Sehr ansprechend ist die Auffassung von Bizzozero und Denys, daß die Endothelzellen der venösen Kapillaren die Erythroblasten liefern (Fig. 163). Vgl. dazu aber S. 119 die Darstellung von Mollier.

Erste Anlage des Blutes.

Man darf die Regeneration des Blutes in dem adenoiden Gewebe, im Knochenmark und im kreisenden Blut nicht verwechseln mit der ersten Anlage des Blutes im Embryo.

Was letztere betrifft, so kann man den allgemeinen Gedanken, der sich in dieser Anlage ausspricht, mit Ziegler folgendermaßen entwickeln: Das Blutgefäßsystem und das Lymphgefäßsystem gehen in der ersten Anlage aus Resten der primären Leibeshöhle (d. i. des Zwischenraumes zwischen den primären Keimblättern) hervor, welche bei der allgemeinen Ausbreitung des Bindegewebes, des Mesenchyms, zurückbleibend als Gefäße, Lakunen oder Interstitien, vom Mesenchym umschlossen und in dasselbe aufgenommen werden. Die Hohlräume des Gefäßsystems sind hiernach Spalten, welche bei der Anlage des Mesenchyms zwischen den Keimblättern frei bleiben. Diese Spalten werden dadurch abgegrenzt, daß benachbarte Mesenchymzellen sie allmählich einscheiden und sich zu einem Gefäßendothel umgestalten. Die geformten Elemente des Blutes und der Lymphe entstehen dabei von bestimmten Gebieten der Gefäßbahn, lösen sich ab und gelangen in den Kreislauf.

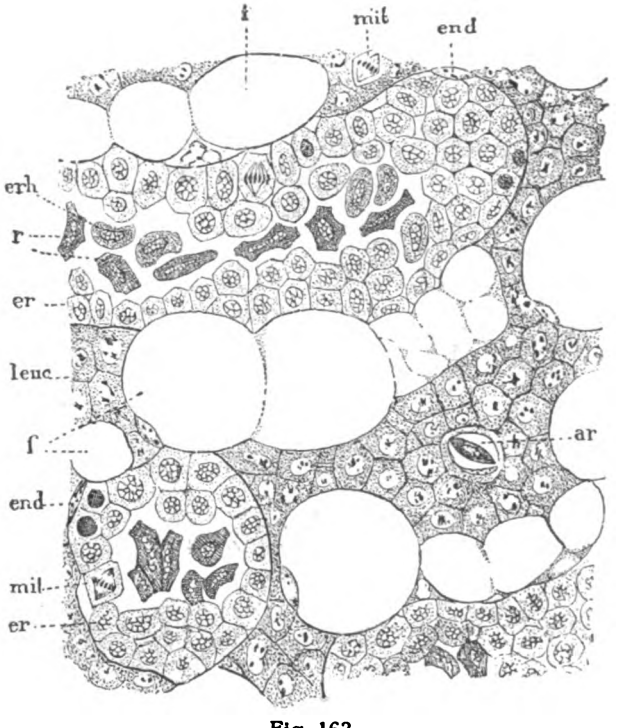


Fig. 163.

Teil eines Schnittes durch das **Knochenmark** aus der Tibia einer Taube. (Nach Denys.)

Der Schnitt trifft venöse Kapillaren im Längsschnitt (oben) und im Querschnitt (unten links). Die der Innenwand der venösen Kapillaren anliegenden Zellen sind die Bildungszellen der roten Blutkörperchen (Erythroblasten); die außerhalb der Gefäße liegenden Zellen sind die Bildungszellen farbloser Blutkörperchen (Leukoblasten). *er* Erythroblasten; *erh* hämoglobinhaltige, sich ablösende Erythroblasten; *r* rote Blutkörperchen; *end* Kerne der Endothelzellen der venösen Kapillaren; *mit* Kernteilungsfigur (bei Erythroblasten oder bei Leukoblasten); *leuc* Leukoblasten; *f* Fettkugeln in Fettzellen; *ar* arterielle Kapillare, in welcher ein rotes Blutkörperchen getroffen ist.

Andere Autoren sind der Ansicht, daß die Gefäßbahnen sich in Form von Zellensträngen innerhalb des Mesenchyms anlegen und erst nachträglich hohl werden. Hierbei tritt eine derartige Sonderung ein, daß die peripheren Zellen der Stränge sich zum Gefäßendothel umgestalten, während die inneren Zellen zu den Blutzellen des Embryo werden.

Mag man die eine oder die andere Ansicht bevorzugen, beide stimmen darin überein daß sämtliche Gefäßanlagen innerhalb des Mesenchyms liegen. So ist es in der Tat mit allen Blutgefäßen und einem Teil der Lymphgefäße.

Ein anderer Teil der Lymphräume aber und gerade die ausgedehntesten haben dagegen einen anderen Ursprung: einmal die als Lymphraum zu betrachtende Leibeshöhle mit ihren verschiedenen Abschnitten, der Perikardial-, Pleura- und Peritonaealhöhle, welche als Teile der Urdarmhöhle zu beurteilen sind, ferner die Höhlen des zentralen Nervensystems, welche durch den Canalis neurentericus mit der Urdarmhöhle in Verbindung getreten sind. Man kann diese Räume als Urlymphräume den übrigen als sekundären Lymphräumen gegenüberstellen. Als Urlymphräume

Digitized by Google

sind endlich alle jene Räume zwischen den primären Keimblättern zu verzeichnen, in welche das Mesenchym bei seiner Ausbreitung eingedrungen ist.

Als Bildungsstätten des Blutes sind beim Embryo zunächst vorhanden die Gefäße des Dottersackes. Später treten diejenigen Organe in Tätigkeit, in denen auch im postfetalen Leben die Blutbereitung stattfindet. Dazu aber kommt noch beim Embryo und Fetus die Leber, über deren blutbildende Tätigkeit neuere wertvolle Untersuchungen von Mollier vorliegen. (Arch. mikr. Anat., 74. Bd., 1909).

Zwischen den Leberzellenbalken liegt ein retikuläres Gewebe, dessen Zellen sich zum Teil in Blutkörperchen umwandeln. Die Bildung der Erythrocyten, welche Mollier zunächst beschrieben hat, geht folgendermaßen vor sich: Die jüngste Stufe, Hämogonie, besitzt einen blassen Kern und basophiles schaumiges Protoplasma. Aus ihr entstehen durch Teilung kleinere Zellen mit dunklerem Kern und immer weniger basophilem Protoplasma, Hämoblast I und II. Letzere wandeln sich um in hämoglobinhaltige Erythroblasten, aus denen nach Ausstoßung des Kernes der Erythrocyt entsteht. Fig. 164.

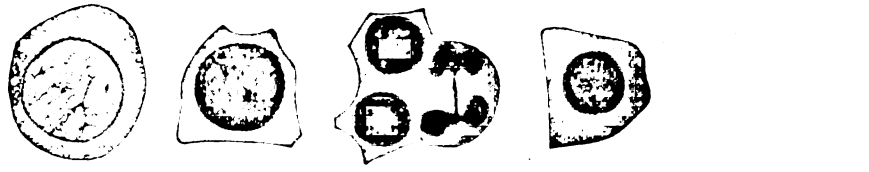


Fig. 164.

Entstehung der Erythrocyten in der Leber menschlicher Feten. (Nach Mollier).

Lymphe.

Die Lymphe ähnelt einem Blute, welchem die roten Blutkörperchen genommen worden sind. Sie erscheint als eine klare, farblose oder auch milchige Flüssigkeit. Die milchige Beschaffenheit rührt her von unendlichen Mengen feinster Fetttröpfchen. Von geformten Bestandteilen sind ferner Leukocyten, Lymphkörperchen, Lymphzellen vorhanden, nach einigen Autoren auch Vorstufen roter Blutkörperchen (Erythroblasten). Die Lymphkörperchen stammen von den zahlreichen, bereits genannten Brutstätten der Lymphkörperchen; ein Teil der erzeugten Lymphkörperchen gelangt ins Blut, ein anderer durchwandert als Wanderzellen die Gewebe. Das cytogene oder adenoide Gewebe verhält sich zu den Lymphkörperchen wie das rote Knochenmark zu den roten Blutkörperchen. Ob Lymphkörperchen in rote Blutkörperchen sich umwandeln können, ist zweifelhaft. Den Blutplättchen entsprechende Gebilde sind in der Lymphe nicht vorhanden. Das Lymphplasma zeigt ebenfalls Fibringerinnung.

Literatur des Blutes.

I. Ehrlich und Lazarus, Die Anämie. Wien 1908. — Grawitz, Klinische Pathologie des Blutes. Berlin 1902. — Hayem, Leçons sur les maladies du sang. Paris 1900.

II. Schwalbe, E., Untersuchungen zur Blutgerinnung. Braunschweig 1900. — Die Blutplättchen. Ergebn. der allgem. Pathologie usw., 8. Bd., 1904. — Weidenreich, Die roten Blutkörperchen. Ergebn. der Anatomie usw., 13. Bd., 1903; 14. Bd., 1904. — Derselbe, Die Morphologie der Blutzellen usw. Anat. Record. 4. Vol. 1910. — Oppel, Unsere Kenntnisse von der Entstehung der roten und weißen Blutkörperchen. Zentralblatt allgem. Path. u. path. Anat. 1892.

III. Bizzozero, Über die Präexistenz der Blutplättchen usw. Virchow-Festschrift, 1. Bd., Berlin 1891. — Brodie und Russel, The enumeration of blood-platelets. Journ. of physiol., 21. Bd., 1897. — Bürker, Blutplättchen und Blutgerinnung. Arch. ges. Physiol., 102. Bd., 1904. — Dekhuyzen, Über die Thrombocyten. Anat. Anz., 19. Bd., 1901. — Becherförmige rote Blutkörperchen (Chromocrateren). Anat. Anz., 15. Bd., 1899. — Deetjen, Untersuchungen über die Blutplättchen.

Digitized by Google

Virchows Archiv, 164. Bd., 1901. — Die Hülle der roten Blutzellen. Ebenda, 165. Bd., 1901. — Zerfall und Leben der Blutplättchen. Zeitschr. phys. Chemie, 63. Bd., 1909. — Heidenhain, M., Über die Oberflächenkräfte als Ursache der sogen. „Geldrollenform" der roten Blutkörperchen usw. Folia haematologica. Jahrg. 1904. — Kopsch, Die Thrombocyten usw. Anat. Anz., 19. Bd., 1901. — Über den Kern der Thrombocyten. Internat. Monatsschr., 21. Bd., 1904. — Laker, Studien über die Blutscheibchen usw. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien 1882. — Maximow, Der Lymphocyt als gemeinsame Stammzelle d. versch. Blutelemente. Folia haematologica, 8. Bd., 1909. — Meves, Zur Struktur der roten Blutkörperchen usw. Anat. Anz., 23. Bd., 1903. — Morawitz, Beiträge zur Kenntnis der Blutgerinnung. Deutsches Arch. f. klin. Medizin, 79. Bd., 1904. — Neumann, Knochenmark und Blutkörperchen. Arch. mikr. Anat., 12. Bd., 1876. — Pascucci, Die Zusammensetzung des Blutscheibenstromas usw. I, II. Beiträge zur chem. Physiol. u. Path., 6. Bd., 1905. — Pratt, Beobachtungen über die Gerinnungszeit des Blutes und die Blutplättchen. Arch. exper. Pathol. u. Pharmak., 49. Bd., 1903. — Rieder, Beiträge zur Kenntnis der Leukocytose. Leipzig 1892. — Schwinge, Untersuchungen über den HB.-Gehalt und die Zahl der roten und weißen Blutkörperchen in den verschiedenen menschlichen Lebensaltern. Pflügers Arch., 73. Bd. — Weidenreich, Über die Form der Säugererythrocyten usw. Folia haematologica 1905. — Einige Bemerkungen über die roten Blutkörperchen. Anat. Anz., 27. Bd., 1905. — Über die zelligen Elemente der Lymphe und der serösen Höhlen. Verh. anat. Ges. 1907. — Beiträge zur Kenntnis d. granulierten Leukocyten. Arch. mikr. Anat., 72. Bd., 1908. — Zur Morphologie und morpholog. Stellung der . . . Lymphocyten . . . ebenda, 73. Bd., 1909. — Zietzschmann, Über die acidophilen Leukocyten (Körnerzellen) des Pferdes. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys., 22. Bd., 1905. — Maurer, Fr., Blut und Lymphe der Wirbeltiere. Jen. Zeitschr., 54. Bd., 1916.

3. Das Muskelgewebe.

Das Muskelgewebe besteht aus einzelnen kontraktilen Elementen, Muskelfasern.

In der Muskulatur ist die Eigenschaft der Kontraktilität des Protoplasma in höchster Steigerung zum Ausdruck gelangt.

Man unterscheidet drei Arten:

1. Gestreifte (willkürliche, animale) Muskelfasern. In der gesamten, willkürlich beweglichen Muskulatur und an anderen Stellen (s. w. unten).
2. Glatte (vegetative) Muskelfasern. Im Respirations-, Verdauungs-, Urogenitaltraktus, in der Wand der Blutgefäße und in der Haut.
4. Herzmuskelfasern. In der Muskelwand des Herzens und (eine kleinere oder größere Strecke weit) auf den Aa. u. Vv. pulmonales.

1. Die einzelne gestreifte Muskelfaser besteht aus Sarkolemm, Sarkoplasma, kontraktiler, in Fibrillen angeordneter Substanz und zahlreichen Kernen.

Der Gestalt nach ist die gestreifte Muskelfaser eine langgestreckte Säule von unregelmäßig rundlichem Querschnitt. Die Enden sind entweder abgerundet oder kegelförmig oder abgestumpft. Verzweigungen sind nicht häufig; in sehr ausgebildeter Weise aber sind solche in der Zungenmuskulatur vorhanden.

Ihre Länge kann bis 12 cm betragen. Die Dicke schwankt zwischen 30 und 70 μ. In demselben Muskel liegen Fasern von sehr verschiedener Dicke beisammen.

Bezüglich der Anzahl Fasern in bestimmten Muskeln sei erwähnt, daß der M. omohyoideus eines kräftigen neugeborenen Kindes 20808 Fasern hatte, während derselbe Muskel bei einem muskelschwachen Manne nur 14251 Fasern enthielt (Riedel).

Jede Faser ist von einer feinen durchsichtigen Hülle umgeben, welche nach älterer Ansicht den Wert einer Zellmembran hat und keine Kerne zeigt: Sarkolemm Fig. 167.

Infolge seiner Durchsichtigkeit ist es am frischen und konservierten Präparat nur bei Anwendung besonderer Methoden sichtbar zu machen. Bei der frischen Faser tritt manchmal als

Digitized by Google

Folge mechanischer oder osmotischer Verhältnisse eine Zerreißung des Inhalts ohne Verletzung des Sarkolemms ein. Alsdann sieht man es den Zwischenraum überbrücken, oder es hebt sich blasig ab wie in Fig. 167 rechts. Auch an den abgeschnittenen Enden der einzelnen Fasern kann man es als nach außen umgerollte Hülle sehen.

Das auffallendste Merkmal dieser Muskelfasern ist die quere Streifung; dunkle und helle Querbänder wechseln miteinander ab. Die hellen Streifen lassen das

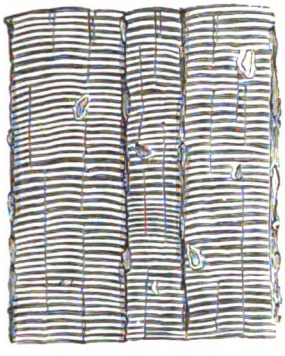


Fig. 165.

Gestreifte Muskelfasern. 400 : 1. Man sieht die Querstreifung deutlich, die Längsstreifung an einzelnen Stellen angedeutet. An den Rändern der Bündel erscheint der Umriß des Sarkolemmschlauches; die Muskelkerne leuchten an verschiedenen Stellen deutlich durch.

Fig. 166.

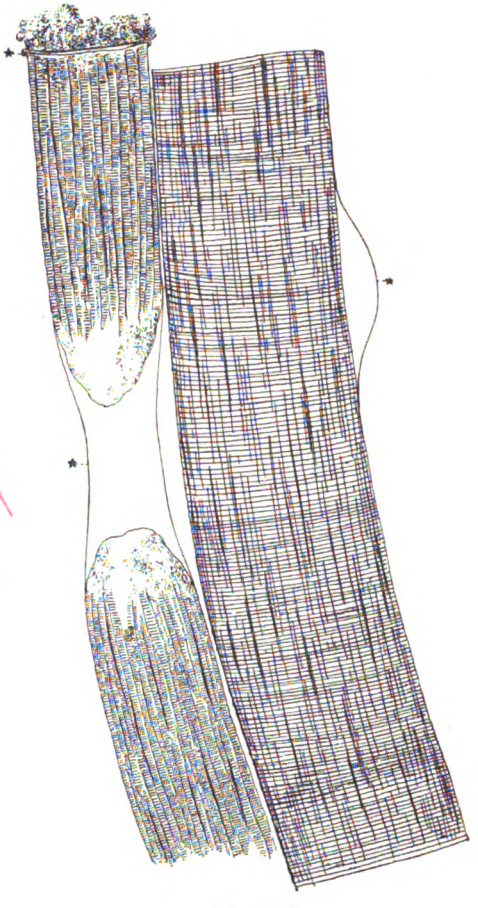


Fig. 167.

Fig. 166. **Muskelfibrillen.** Isolationspräparat. 500 : 1.

Fig. 167. **Sarkolemmpräparat.** Frische gestreifte Muskelfasern vom Frosch zerzupft und mit Wasser eingedeckt. Die Sterne bezeichnen die Stellen, an welchen das Sarkolemm sichtbar ist.

Licht durch, sie sind isotrop oder einfach-brechend, die dunklen sind doppelt-brechend, anisotrop. Die Querstreifung wird hervorgerufen durch eine besondere Beschaffenheit der vielen, jede Muskelfaser zusammensetzenden Muskelfibrillen. (Fig. 166.) Die Fibrillen werden zusammengehalten durch das Protoplasma der Muskelfaser, welches Sarkoplasma oder Sarkoglia genannt wird. In dieser Substanz liegen die zahlreichen länglichen Kerne, beim Menschen und den Säugern dicht unter dem Sarkolemm, in gewissen Abständen. Gewöhnlich entspricht jedem Kern eine etwas größere Sarkoplasma-Anhäufung, welche auch Pigmentkörner führen kann; oder feine körnige Streifen liegen in der Fortsetzung des Kerns. In dem Sarkoplasmastreifen können ferner Reihen von Körnchen,

Digitized by Google

interstitielle Körner, vorkommen. Die Gesamtheit der Fibrillen einer Faser hat den Namen Rhabdia erhalten (Kühne).

Eine größere oder geringere Anzahl von Fibrillen wird durch Sarkoplasma zusammengehalten und ist durch größere Mengen desselben von benachbarten Fibrillenbündeln getrennt. Dadurch entsteht ein zierliches Querschnittsbild der einzelnen Muskelfaser, auf welchem die einzelne Fibrille als Punkt, eine Gruppe als kleines Feld erscheint. Sie sind als Cohnheimsche Felder bekannt. Fig. 169.

Der Kernreichtum ist nicht in allen Muskelfasern gleich.

Bei manchen Tieren, z. B. Kaninchen lassen sich zweierlei Arten gestreifter Muskeln nachweisen: rote (z. B. Semitendinosus, Soleus) und weiße (z. B. Adductor magnus). In den roten ist die Querstreifung minder regelmäßig, die Längsstreifung deutlicher: zugleich besitzen sie eine große Anzahl rundlicher Kerne, von welchen ein Teil auch in der Tiefe der Fasern liegt. Auf elektrische Reizung ziehen sich die roten Muskeln langsamer zusammen, als die weißen. Während bei einigen Tierspecies jede Faserart zu besonderen Muskeln zusammentritt, finden sich bei anderen Tieren und beim Menschen beide Faserarten in demselben Muskel gemischt vor.

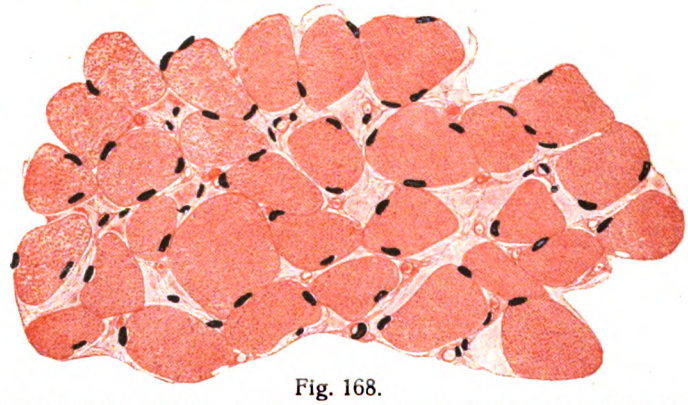


Fig. 168.

Lage der Kerne auf dem Querschnitt der gestreiften Muskelfaser. M. lumbricalis manus des Menschen. 200 : 1.

Was nun die Schichtung einer Muskelfaser und ihrer Fibrillen betrifft, so gibt Fig. 165 hiervon nur eine einfache, schwacher Vergrößerung entsprechende Anschauung von der Zusammensetzung aus isotroper und anisotroper Substanz.

Die feinere Untersuchung an geeignetem Material zeigt innerhalb dieser beiden Substanzen noch weitere Einzelheiten. In der isotropen, hellen Substanz bemerken wir eine dunkle (Krausesche) Querlinie (Fig. 170), welche erstere in zwei Hälften trennt. Die anisotrope, dunkle Substanz dagegen wird durch eine helle Linie, die Hensensche Mittelscheibe, in zwei Hälften geteilt und zu beiden Seiten der dunklen Krauseschen Querlinie können noch die Engelmannschen Nebenscheiben vorhanden sein.

Dieselbe Gliederung gilt natürlich auch für die einzelne Fibrille. (Fig. 171.)

Ein einzelnes Muskelelement enthält also der Reihe nach folgende 8 Stücke:

1. Engelmannsche Nebenscheibe,
2. isotrope Substanz,
3. anisotrope Substanz,
4. Hensensche Mittelscheibe,
5. anisotrope Substanz,
6. isotrope Substanz,
7. Engelmannsche Nebenscheibe,
8. Krausesche Querlinie.

Digitized by Google

Was nun die Leistung dieser Gliederung betrifft, so beruht die infolge einer Reizung stattfindende Kontraktion darauf, daß die Substanz der hellen Querscheiben mehr oder weniger in die Substanz der benachbarten dunklen Querscheiben eindringt und letztere dadurch in die Breite ausdehnt, ohne ihre Höhe besonders zu verändern. Die Fibrille wird dadurch kürzer, aber breiter. Die hellen Querbänder können so fast zum Verschwinden gebracht, die dunklen Querbänder einander fast bis zur Berührung genähert werden. Der gleiche Vorgang wiederholt sich an allen entsprechenden Abschnitten einer Fibrille, alle Fibrillen einer Faser wiederholen dasselbe; so setzt sich die Wirkung einer einzigen Muskelfaser aus Millionen minimaler Wirkungen zusammen, und man begreift, daß ein ganzer Muskel schon eine sehr bedeutende Leistung auszuüben vermag. Wie die Reizung diesen Substanzübertritt bewirkt, wie sich der Rücktritt bei nachlassender Kontraktion vollzieht, ist nicht mit Sicherheit zu sagen. Man befindet sich dabei schon ganz auf molekularem Gebiet.

Das einzelne kontraktile Element kann man folglich entweder als ein Fibrillenstück auffassen, welches entsprechend den Stücken 1—8 zwischen je zwei Krauseschen Querlinien liegt, oder als ein Stück, welches von einer Krauseschen Querlinie bis zu einer Hensenschen Mittelscheibe reicht: denn ersteres ist, funktionell betrachtet, bereits ein Doppelelement.

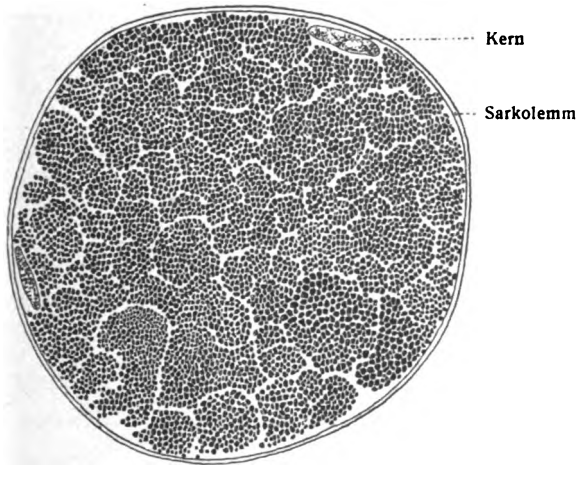


Fig. 169.

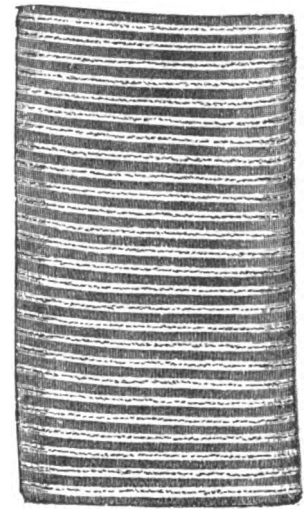


Fig. 170.

Fig. 169. **Cohnheimsche Felder.** Querschnitt einer gestreiften Muskelfaser. (M. levator veli palatini des Menschen). 1000:1.

Fig. 170. Teil einer **menschlichen Muskelfaser** von mittlerer Größe (nach Sharpey), an welcher die Krausesche Querlinie zu sehen ist. 600:1.

Werden die Muskelfasern und Fibrillen im polarisierten Licht untersucht, so erscheinen bestimmte Teile einfachbrechend, andere doppeltbrechend. Im einfachsten Fall wechseln doppeltbrechende (anisotrope) dunkle Scheiben mit einfachbrechenden (isotropen) hellen Scheiben ab. Die Querlinie, wo sie vorhanden ist, verhält sich anisotrop, isotrop die Nebenscheiben. Nach E. Brücke, welcher die doppeltbrechende Eigenschaft der dunklen Glieder der Muskelfasern entdeckte, stellt jedes dunkle Glied einer Fibrille eine ganze Gruppe kleiner doppeltbrechender Körper dar, welche er mit dem Namen Disdiaklasten bezeichnet.

Unter besonderen Verhältnissen, wie durch Wasser, durch die Einwirkung des Magensaftes, verdünnter Salzsäure, schwachen Alkohols, geeigneten Druckes usw. zerlegen sich die Fibrillen in immer zwischen zwei dunklen Abschnitten gelegene Stücke: Fleischelemente von Bowman (sarcous elements). Eine ganze Muskelfaser kann durch verdünnte Salzsäure in entsprechende Fleischscheibchen (Bowman disks) zerlegt werden. Werden dagegen die seitlichen Verbindungen der Fibrillen gelöst, wie durch verdünnte Chromsäure, so erhalten wir isolierte Fibrillen. Eine Zerlegung nach beiden Richtungen ergibt die Bowmanschen sarcous elements.

Die chemische Untersuchung der Muskeln hat zunächst gelehrt, daß in ihnen alle früher erwähnten primären Bestandteile der Zelle enthalten sind. Unter diesen ist Eiweiß in großer, Nucleïn in sehr kleiner Menge enthalten, daneben auch Hypoxanthin und Xanthin, Lecithin, Cho-

Digitized by Google

lesterin. An unorganischen Stoffen sind Kalium, Magnesium, Calcium, Eisen, Phosphorsäure vorhanden. Sekundäre Bestandteile finden sich in großer Anzahl vor: Blutfarbstoff, eine keratinoïde Substanz (vom Sarkolemma), lösliche Fermente, Kreatin, Kreatinin, Karnin, Guanin, Harnsäure, Harnstoff; Taurin und Glykokoll; Inosinsäure, Protsäure, Glykogen, Dextrin, Zucker, Scyllit, Inosit, Milchsäure und Kochsalz (A. Kossel).

Der Tod hat chemische Veränderungen der Eiweißsubstanz im Gefolge, welche unter Säurebildung die letzte, langdauernde und starke Kontraktion der Muskeln, auch der glatten hervorrufen, die sogenannte Totenstarre. Sie kann auch in einzelnen Muskeln eintreten, wenn die Blutzufuhr zu ihnen abgeschnitten wird.

Der lebende ausgeruhte Muskel, der gestreifte und der glatte, reagiert neutral oder schwach alkalisch. Infolge der Tätigkeit tritt saure Reaktion auf (E. du Bois-Reymond).

Über das Vorkommen der Muskulatur im Körper ist hervorzuheben, daß, während die einkernige Form des gestreiften Muskelgewebes nur im Herzen vertreten ist, die

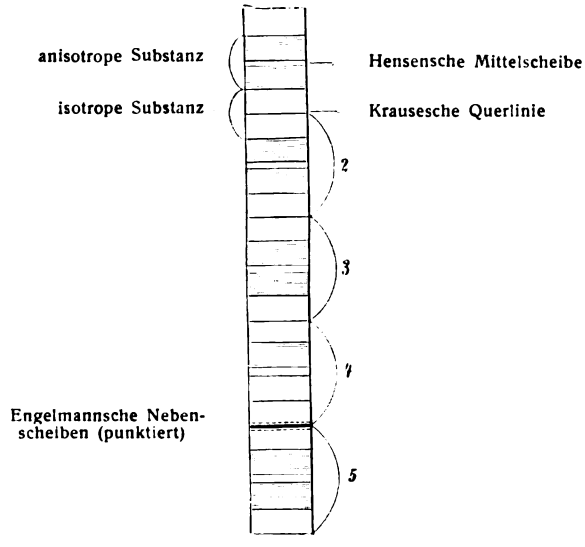


Fig. 171.

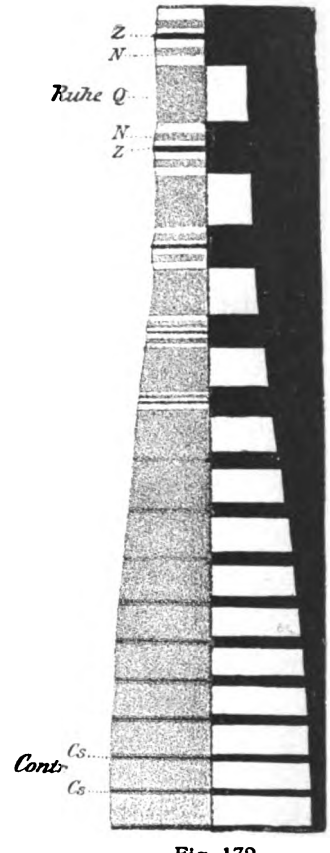


Fig. 172.

Fig. 171. **Schema der Gliederung einer Fibrille.** 2–5: Muskelelemente.

Fig. 172. Muskelfasern von Telephorus melanurus in gewöhnlichem Licht links, in polarisiertem Licht rechts; das obere Ende der Fasern in ruhendem, das untere in kontrahiertem Zustande. (Nach W. Engelmann.)

vielkernige ein sehr ausgedehntes Verbreitungsgebiet besitzt. Vor allem findet sie sich vor als Hauptbestandteil aller Skeletmuskeln, in der Umgebung des Augapfels, am Gehörorgan, an beiden Enden des Verdauungskanales, am Anfang des Atmungsapparates, an den Harn- und Geschlechtsorganen. Doch ist zu bemerken, daß in der Verteilung der verschiedenen Muskelarten im Reich der Tiere sehr große Unterschiede vorkommen. Wie die vergleichende Gewebelehre nachweist, gibt es noch andere Formen der Muskulatur. Doch kann auf diesen umfassenden Gegenstand hier nicht genauer eingegangen werden.

Die gesamte vielkernige, willkürliche Muskulatur stammt, abgesehen von einem Teil der Kopfmuskeln, von den Ursegmenten des mittleren Keimblattes. Die erste Anlage ist für diese, wie für jene, eine aus Reihenzellen bestehende. Aus diesen, mitotisch sich reichlich vermehrenden Zellen gehen die vielkernigen Muskelfasern in der Weise hervor, daß die Mitosen sich immer weiter fortsetzen, während die Zellteilung unterbleibt: es kommt so zur Ausbildung von Plasmodien, vielkernigen Zellen. Die Fibrillenbildung in den jungen Muskelzellen erfolgt schon frühzeitig und in geregelter Weise (siehe Heidenhain, M., Über die Entstehung der quergestreiften

Digitized by Google

Muskelsubstanz bei der Forelle. Arch. mikr. Anat., 83. Bd., 1913. Takeshiro Asai, Beiträge zur Histologie und Histogenese der quergestreiften Muskulatur der Säugetiere. Arch. mikr. Anat., 86. Bd., 1914). Marcus, H., Über den feineren Bau quergestreifter Muskeln. Arch. Zellforsch., 15. Bd., 1921.

Die Vermehrung schon ausgebildeter Muskelfasern erfolgt durch Längsteilung, indem eine oder zwei Längsfurchen tiefer und tiefer einschneiden und endlich eine Abtrennung erfolgt. Reichliche, in Reihen erfolgende Kernvermehrung läuft diesem Vorgang voraus.

Fig. 173.

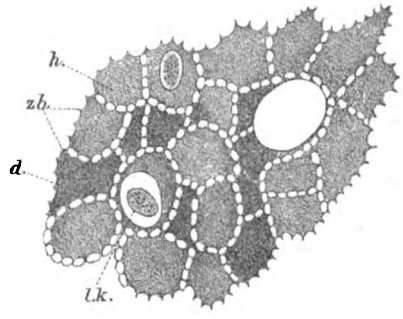


Fig. 174.

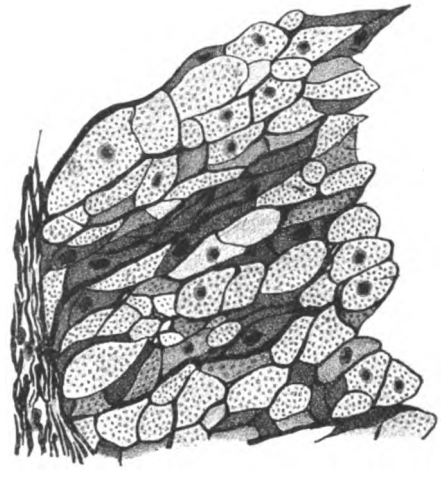


Fig. 175.

Fig. 173. **Glatte Muskelfasern** des Menschen und der Säugetiere. *a* eine Bildungszelle aus der Magengegend eines zweizölligen Schweinsembryo; *b* eine weiter entwickelte; *c—g* verschiedene Formen der glatten Muskelfasern des Menschen; *h* eine mit Fettkörnchen versehene; *i* ein Bündel glatter Muskelfasern; *k* Querschnitt durch ein Bündel glatter Muskelfasern von der Aorta des Ochsen mit vielen in die Schnittebene gefallenen Kernen.

Fig. 174. **Interzellularbrücken glatter Muskelfasern.** Querschnitt durch die Längsmuskulatur eines makroskopisch normal aussehenden kontrahierten Dünndarmstückes des Hundes. (Von Klecki und Barfurth.) *h* hell, *d* dunkel gefärbte Zellen; *lk* Lymphkörperchen; *zb* „Zellbrücken".

Fig. 175. **Glatte Muskelfasern** aus einem Längsschnitt durch die äußere Schicht der Media der Carotis des Rindes, welche 5½ Stunden nach dem Tode des Rindes fixiert wurde, nachdem sie durch Kälte zu starker Kontraktion gebracht war. Die hellen Zellen sind als tätige (kontrahierte), die dunkeln als ruhende Zellen zu deuten. (B. Henneberg, 1901.)

Solche Längsteilungen kommen schon in embryonaler Zeit vor, erhalten sich beim Neugeborenen und setzen sich in späteren Lebensjahren fort. Vielleicht geht diese Art der Neubildung einher mit einem in gewissen Grenzen stattfindenden Untergang von Muskelfasern durch Zerfall.

Verwundete Muskelfasern können in der Weise zur Regeneration gelangen, daß nach anfänglichem Zerfall von Teilen der Faser das Sarkoplasma mit seinen Kernen in lebhafte Tätigkeit eintritt und beide sich vermehren. In der neugewonnenen Protoplasmamasse tritt sodann wieder eine Fibrillengliederung auf. Bei größeren Substanzverlusten aber bildet sich eine bindegewebige Narbe (Sokolow).

Digitized by Google

2. Die glatten Muskelfasern sind spindelförmige Zellen, welche beim Menschen 50—225 μ lang und 4—6 μ breit sind. Als Extreme führt Kölliker, welcher die glatten Muskelzellen entdeckt hat, 22 und 560 μ Länge an. Eine Zellmembran fehlt, an ihre Stelle tritt eine Randschicht des Protoplasma. Die Ränder der Zelle sind glatt, vielleicht fein kanneliert. Der Zellkörper zeigt in vielen Fällen eine feine, mehr oder weniger ausgesprochene Gliederung in dicht beieinander liegende Längsfibrillen, welche an den sich verjüngenden Zellenden nach und nach aufhören. Auf dem Querschnitt treten die Fibrillen als dicht ge-

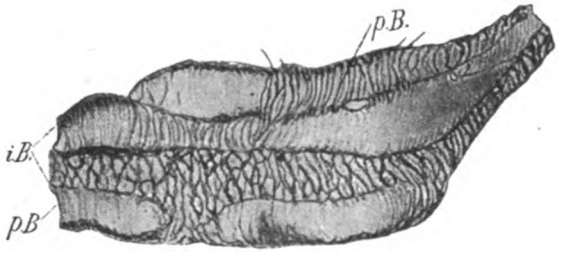


Fig. 176.

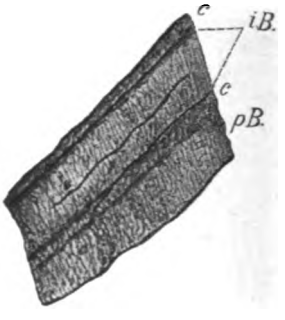


Fig. 178.

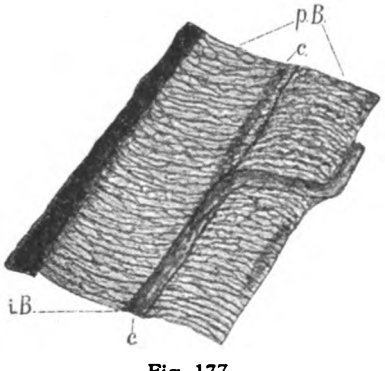


Fig. 177.

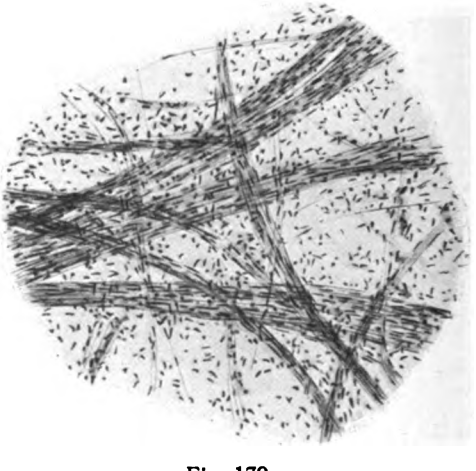


Fig. 179.

Fig. 176. **Scheiden der Dünndarmmuskulatur.** Fig. 177. **Extremitätenmuskulatur.**
Fig. 178. **Herzmuskulatur.** *c* Kapillare; *i.B.* interfibrilläres Bindegewebe; *p.B.* perifibrales Bindegewebe (Höhl).
Fig. 179. **Netz glatter Muskelfasern** aus der Froschharnblase.

lagerte Punkte hervor. Die Substanz, welche zwischen den Fibrillen liegt, ist Sarkoplasma.

In der Mitte der Zelle liegt ein langovaler, stäbchenförmiger Kern; in längeren Fasern deren zwei oder drei. An den Kernpolen findet sich eine kleine Ansammlung feinkörnigen Protoplasmas. Im Kern, welcher ein mehr oder weniger deutliches Chromatinnetz zeigt, liegen ein, zwei oder mehrere Nucleolen. Neben der Längsseite des Kerns befindet sich innerhalb des Protoplasma ein Diplosoma.

Bei dichter Aneinanderlagerung vieler Muskelzellen zu größeren Bündeln und Häuten platten sich die einzelnen Elemente ab und werden zu mehrseitigen Pris-

Digitized by Google

men, welche der Querschnitt als kleinere oder größere, oft sehr regelmäßige polygonale Felder nachweist (Fig. 175). Zwischen ihnen befindet sich Bindegewebe, welches die einzelnen Elemente umscheidet, sie zusammenhält und sie voneinander trennt. Dies schließt nicht aus, daß feine Spalten übrig bleiben, welche scheinbar von Protoplasmafortsätzen der Zellen, jedenfalls von Zellbrücken durchsetzt werden. Größere Lücken sind durch reichlichere Mengen von Bindegewebe, durch Blutgefäße, Nerven usw. eingenommen.

Eine außerordentlich bequeme und schöne Methode zur Darstellung der bindegewebigen Scheiden ist die Trypsin-Verdauung, welche zu diesem Zweck von Hoehl und Henneberg benutzt worden ist. Nach ihrer Anwendung bleibt nur das collagene Bindegewebe übrig. Es bildet um die Muskelfasern ein aus feinen Fäserchen bestehendes Netz, dessen Dicke und Maschenweite bei den einzelnen Formen der Muskelfasern verschieden ist, derart, daß in der glatten Muskulatur die Fasern am stärksten und die Maschen am gröbsten sind; darauf folgt die Extremitäten-Muskulatur und zuletzt die des Herzens, mit so feinem Gefüge, daß auch der ungefähren Wiedergabe die größten Schwierigkeiten erwachsen. Figg. 176—178.

Im polarisierten Licht zeigt sich die glatte Muskelzelle als positiv einaxig doppeltbrechend, die Axe parallel der Längsaxe der Zelle.

Glatte Muskulatur ist im Körper in großer Menge vorhanden, sei es in Form von dichten Häuten, deren Schichten verschiedene, in der Regel senkrecht zueinander gestellte Richtung der Muskelfasern aufzuweisen pflegen, sei es in Form von Bälkchen und Netzen oder mehr kompakten Massen.

Ein merkwürdiges Beispiel von normaler hochgradiger Hypertrophie und nachfolgender, ebenso ausgiebiger Rückbildung zeigt die Muskulatur des Uterus bei der Entwicklung und nach der Ausstoßung des Fetus.

Der Ursprung der glatten Muskulatur ist zum überwiegenden Teil mesodermal, d. h. mit der Bindesubstanz gemeinsam.

In den Knäueldrüsen und an den primitiven Bronchien scheinen jedoch dort ektodermale hier entodermale Epithelien glatten Muskelzellen den Ursprung zu geben (Kölliker, Stieda); ebenso beim M. sphincter pupillae (Nußbaum) und beim M. dilatator pupillae.

Die Vermehrung der glatten Muskelzellen geht auf mitotischem Wege vor sich, wobei Kernteilung nicht immer von Zellteilung gefolgt ist (mehrkernige glatte Muskelzellen). Auf demselben Wege werden auch durch Verwundung entstandene Defekte ersetzt.

Die isolierte Carotis des Rindes behält ihre Kontraktionsfähigkeit unter günstigen Bedingungen bis 6 Tage nach dem Tode des Tieres. Die dunklen Zellen sind als ruhende, die hellen dagegen als tätige, kontrahierte Elemente zu deuten. Fig. 175.

B. Henneberg, Ruhende und tätige Muskelzellen in der Arterienwand. Anat. Hefte. 1901. Derselbe, Das Bindegewebe in der glatten Muskulatur und die sog. Interzellularbrücken. Anat. Hefte. 1900. In der Muskulatur des Darmes verschiedener Tiere tritt das Bindegewebe in Gestalt durchlöcherter Membranen auf. Die Löcher können in regelmäßigen Längsreihen angeordnet sein. Dadurch wird anscheinend die Zirkulation des Gewebesaftes erleichtert. Bezüglich der „Interzellularbrücken" an glatten Muskelfasern schließt sich H. ganz der Anschauung von Schaffer, Volpino, v. Lenhossék an, wonach es sich bei den Fortsätzen um Schrumpfungserscheinungen handelt. — J. Schaffer, Zur Kenntnis der glatten Muskelzellen, insbesondere ihrer Verbindung. Zeitschr. f. wiss. Zool., 66. Bd., 1899.

3. Die Herzmuskelfasern oder Herzmuskelzellen sind kurze, quergestreifte, zylindrische Elemente mit äußerst feinem Sarkolemm. Die 1—2 Kerne liegen in der Zellaxe, nicht wie bei der Skeletmuskulatur dicht am Sarkolemm. Die Querstreifung ist bedeutend feiner als bei der gestreiften Rumpfmuskulatur. Eine feine Längsstreifung deutet die Zusammensetzung aus Fibrillen an. Die Endflächen der Zellen sind treppenartig abgestutzt, stehen aber im ganzen quer zur Längsaxe der Faser. Seitliche Fortsätze hängen durch ebenfalls gezackte und treppenförmig (terassenförmig) abgestufte Endflächen mit benachbarten Zellen oder

Digitized by Google

ihren Fortsätzen zusammen. An der Vereinigungstelle liegt eine dünne Lage einer besonderen Substanz, Kittsubstanz.

Durch die vielfältigen Verästelungen und Verbindungen entsteht ein muskulöses Netz (Plexus) mit sehr spitzwinkeligen Maschen (Fig. 182). Die ellipsoidischen Kerne liegen in der Zellaxe, innerhalb einer spindelförmigen, größeren Menge von Sarkoplasma, welche schon bei jungen Personen ein körniges, gelbbraunes Pigment enthält. Der Zellkörper besteht aus quergestreiften Fibrillen, welche von Sarkoplasma umgeben werden und sich dem feineren Baue nach ebenso verhalten, wie

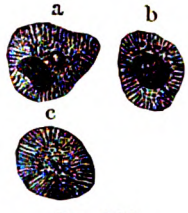


Fig. 180.

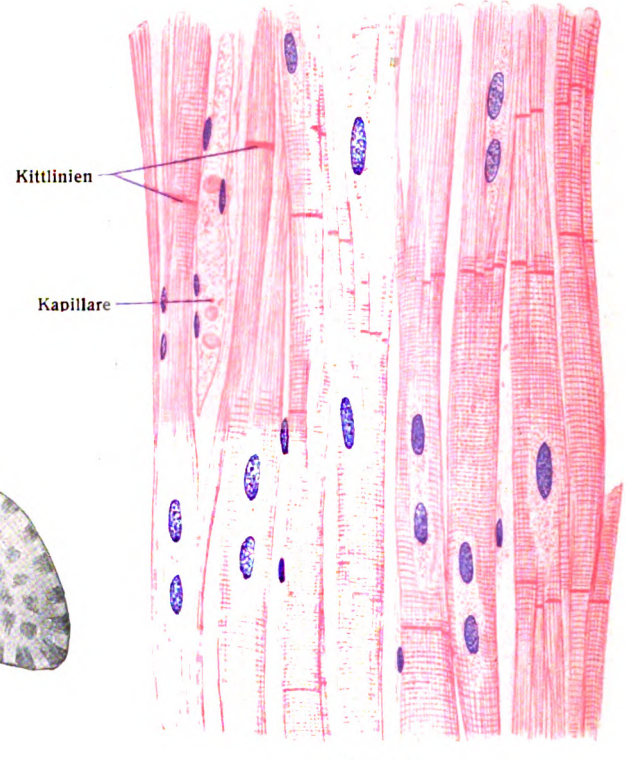


Fig. 181. Fig. 182.

Fig. 180. **Querschnitte von Herzmuskelzellen des Menschen.** 700:1. *a* zeigt einen Kern mit einigen Fäden und ein Pigmenthäufchen; *b* einen Kern; *c* keinen Kern, dafür aber sehr deutlich die inneren Fibrillenbündel.

Fig. 181. **Herzmuskelzellen des Erwachsenen.** Querschnitt. Ventr. sin. (R. Minervini.)

Fig. 182. **Längsschnitt des Herzmuskels vom Menschen.**

die Fibrillen der Rumpfmuskulatur. Doch ist zu bemerken, daß die Fibrillen zu Bündeln von teils prismatischer, teils bandförmiger Gestalt zusammengefügt sind. Die bandförmigen Fibrillenbündel liegen in der Peripherie und in radiärer Ordnung zur Zellaxe; die prismatischen liegen in der Nähe der Zellaxe und sind von den anderen umgeben. Figg. 180, 181.

Die Kittlinien treten in sehr wechselnder Menge und ganz unregelmäßiger Anordnung auf; manchmal sind sie nicht nachzuweisen. Diese Tatsachen sind im Verein mit den Befunden bei der Entwicklung der Herzmuskulatur Veranlassung geworden, daß eine Anzahl von Autoren den Aufbau der Herzmuskulatur aus einzelnen Herzmuskelzellen leugnet. Beim ausgebildeten Herzen ist die ganze Muskulatur ein einziges, netzartig angeordnetes Syncytium, dessen einzelne Segmente durch Schaltstücke, d. h. die Kittlinien miteinander verbunden sind. Letztere werden durch Heidenhain als Stellen des Längenwachstums der Herzmuskelfasern, als Zuwachsstreifen erklärt. An-

Digitized by Google

dere Autoren (Ebner, Aschoff) erklären die Kittlinien als Kontraktionserscheinungen, welche beim Absterben entstehen. K. W. Zimmermann mit seinen Schülerinnen, Palczewska und Werner vertreten demgegenüber wieder den alten Standpunkt, daß die Kittlinien als Zellgrenzen aufzufassen sind.

M. Heidenhain, Plasma und Zelle, Bd. II, 1911. — P. Hoffmann, Kittlinien der Herzmuskelfasern, Dissertation, Leipzig 1909. — J. von Palczewska, Über die Struktur der menschlichen Herzmuskelfasern. Arch. mikr. Anat., 75. Bd., 1910. — M. Werner, Besteht die Herzmuskulatur der Säugetiere aus allseits scharfbegrenzten Zellen oder nicht?, ebendort. — K. W. Zimmermann, Über den Bau der Herzmuskulatur, ebendort.

Der Ursprung der Herzmuskulatur ist die Splanchnopleura (das viscerale Blatt der Seitenplatten des Mesoderms).

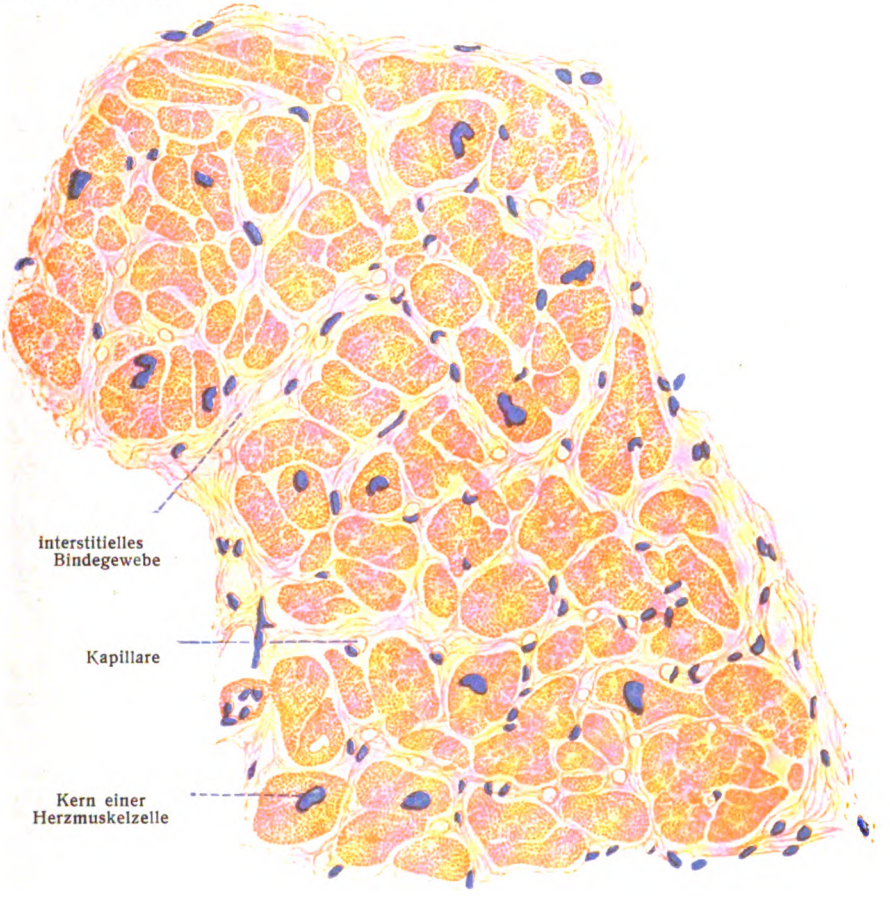


Fig. 183.

Querschnitt durch Herzmuskel vom Menschen.

4. Das Nervengewebe.

Das Nervengewebe besteht aus zweierlei Formelementen:

1. Nervösen Elementen, Neuronen[1]) (Waldeyer)
2. Stützzellen, Neuroglia- oder kurz Gliazellen (R. Virchow).

[1]) W. Waldeyer, Deutsche med. Wochenschrift, 1891. — A. Bethe, Der heutige Stand der Neurontheorie. Deutsche med. Wochenschrift, 1904, Nr. 33, enthält die Literatur pro et contra. — P. Schieferdecker, Nerven- und Muskelfibrillen, das Neuron und der Zusammenhang der Neuronen. Sitzber. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde. Bonn 1904.

Digitized by Google

1. Die Neuronen.

Definition: Das Neuron ist eine Nervenzelle mit allen ihren Ausläufern und deren Endigungen.

Als Nervenzelle schlechthin bezeichnet man den Zellkörper des Neuron und die Anfänge seiner Ausläufer.

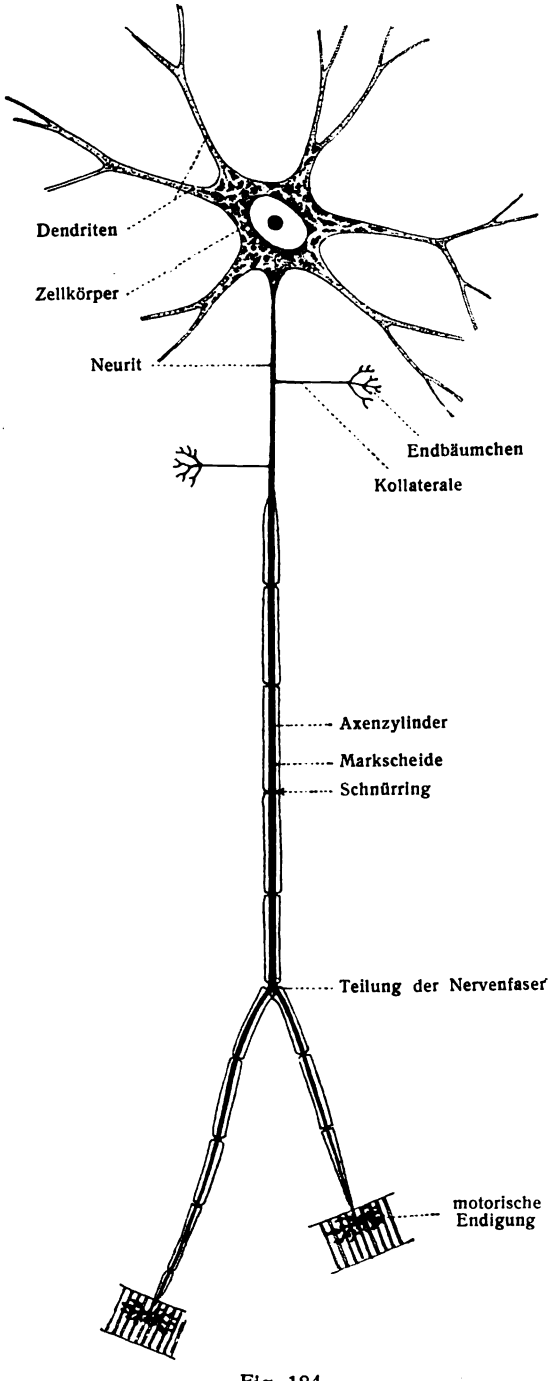


Fig. 184.

Schema eines Neuron unter Anlehnung an den Bau einer motorischen Ganglienzelle von der Vordersäule des Rückenmarkes.

Nervenzellen kommen namentlich im Zentralnervensystem, aber auch reichlich im Verlauf sowohl cerebro-spinaler als sympathischer Nerven und auch in der äußersten Peripherie des Körpers vor.

Die vom Zellkörper ausgehenden Fortsätze unterscheidet man als:

a) Dendriten oder Protoplasmafortsätze. Sie sind oft sehr zahlreich und verzweigen sich, wie ihr Name besagt, in reicher Weise, und zwar meist dichotomisch in der näheren Umgebung des Zellkörpers.

b) Der Neurit, auch Nervenfortsatz oder Axenzylinderfortsatz genannt, ist meist nur in der Einzahl vorhanden. Er verästelt sich bei manchen Zellarten ebenfalls in der Nähe des Zellkörpers (Fig. 185), meist aber verläuft er eine lange Strecke weit, ehe er das Gebiet seiner Endigung erreicht. Während seines Verlaufs im Zentralorgan gibt er feine, meist unter rechtem Winkel austretende Seitenäste, Kollateralen, ab, welche nach kurzem Verlauf mit einem Büschel zierlicher Reiserchen, einem Endbäumchen, Telodendron, endigen. Der Axenzylinderfortsatz kann sich auch ein oder mehrere Male dichotomisch in zwei gleichwertige Äste spalten, wie es in dem schematischen Bilde eines motorischen Neuron in Fig. 184 dargestellt ist.

Zunächst betrachten wir A) den Körper des Neuron, die Nervenzelle. Er besitzt keine Membran. Form und Größe sind sehr verschieden. Es gibt kugelige, abgeplattete, spindelförmige Elemente. Infolge der

Digitized by Google

Absendung von Fortsätzen entsteht daraus sehr häufig eine Sternform, Pyramidenform usw. Die Größe ist im allgemeinen bedeutend, so daß der Körper großer Nervenzellen noch mit freiem Auge wahrgenommen werden kann; doch kommen an vielen Stellen des Nervensystems auch sehr kleine Formen vor, deren Zelleib durch einfache Färbungen kaum darzustellen ist; so schwankt die Größe von 10—150 μ.

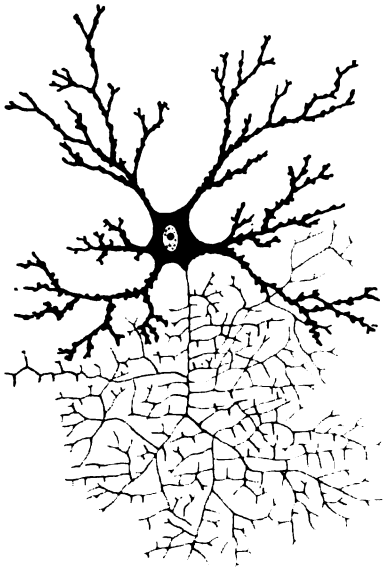


Fig. 185.

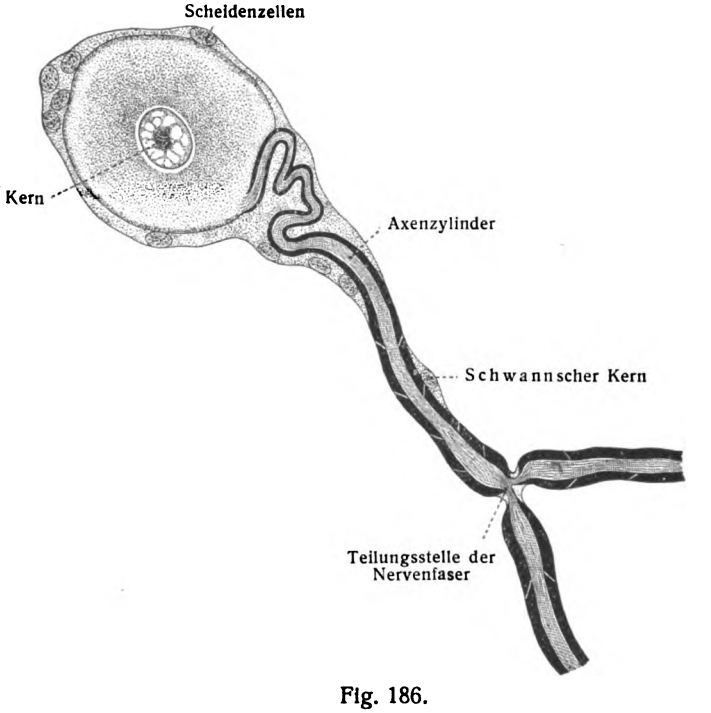


Fig. 186.

Fig. 185. **Ganglienzelle mit Neurit** (rot), welcher sich in der näheren Umgebung des Zellkörpers verzweigt. (Nach Schäfer.)

Fig. 186. **Unipolare Ganglienzelle** aus dem Ganglion semilunare n. trigemini des Kaninchens. (Key und Retzius.)

Rechnet man zur Größe der Zelle auch noch die ihrer Ausläufer, welche nichts anderes sind als Teile der Zelle, so wird die Größe vieler Nervenzellen sehr beträchtlich, sie kann einen Meter und mehr betragen.

Man unterscheidet von Alters her nach der Zahl der abgehenden Fortsätze uni-, bi- und multipolare Nervenzellen.

Fig. 187.

Bipolare Ganglienzelle. Ganglion trigemini vom Hecht (Bidder).

Zellen ohne Fortsatz, apolare Zellen, stellen, soweit es keine künstlichen Erzeugnisse sind, Jugendformen von Nervenzellen dar. — Es gab für jede Nervenzelle einmal eine Zeit, in der sie ohne Fortsätze war, wenn wir von den etwa vorhandenen Interzellularbrücken absehen. — Unipolare Zellen, solche, die einen Fortsatz aussenden, sind in großer Anzahl vorhanden; dieser Fortsatz aber teilt sich früher oder später. Einer der Arme hat die Bedeutung des Neuriten. Bi-

Digitized by Google

polare Zellen sind ebenfalls sehr häufig; die Fortsätze entspringen an entgegengesetzten Stellen der Zelle. Eine Form von bipolaren Zellen bilden scheinbar die Ganglienzellen mit Spiralfaser; letztere umkreist den geraden Fortsatz mehrmals spiralig und wird dann ebenfalls gerade. Treten mehrere Fortsätze vom Zellkörper ab, so haben wir multipolare Nervenzellen.

Die Dendriten entstehen am Zelleib mit breiter Ursprungsfläche; sie werden allmählich dünner und bewahren bis zur ersten dichotomischen Teilung die Struktur des Zelleibes. Der Neurit entspringt mit fein längsgestreiftem „Ursprungskegel". Er verdünnt sich noch in nächster Nähe der Zelle und zeigt zunächst keine Teilungen oder Seitenäste.

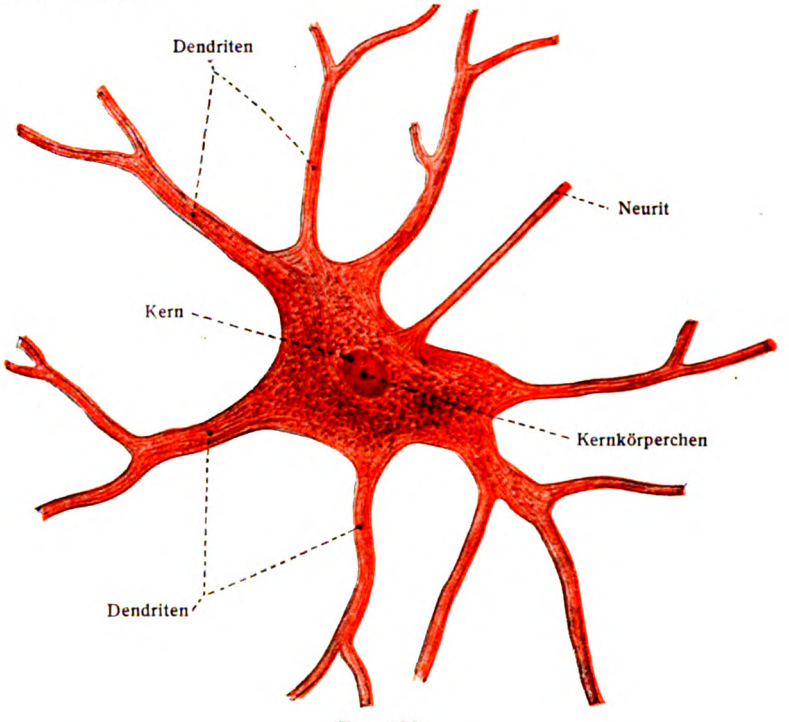


Fig. 188.

Multipolare Ganglienzelle aus der Vordersäule der grauen Substanz des Rückenmarkes vom Rind. 300:1.

Der Zellkörper erscheint am frischen Isolationspräparat gleichmäßig, dicht und matt granuliert; in anderen Fällen treten, wie an Spinalganglienzellen, nach vorsausgehenden vorsichtigen Behandlungsmethoden zahlreiche feine Fädchen zutage, welche verschiedene Windungen und Knickungen machen und in gleichmäßiger Weise den ganzen Zellkörper durchziehen. An den Fädchen kommen dickere Körner vor, welche in bestimmten Abständen aufeinander folgen.

Von besonderen Einschlüssen sind gelbes bis dunkelbraunes Pigment und Fetttröpfchen leicht zu erkennen. Eine feine fibrilläre Streifung hat schon M. Schultze beschrieben und abgebildet. Fig. 192.

Die Pigmentierung der Nervenzellen nimmt mit dem Alter des Individuum zu. Es gibt aber auch gewisse Stellen des Zentralnervensystems, welche durch zahlreiche, stark pigmentierte Nervenzellen eine dunkle Färbung erhalten, z. B. Locus caeruleus, Substantia nigra.

Besonders charakteristisch für die Nervenzelle ist der große bläschenförmige Kern. Er ist kugelig oder ellipsoidisch, hat eine deutliche feine Kern-

Digitized by Google

membran und ein oder mehrere kugelige Kernkörperchen (Figg. 184—193). Das zarte Kerngerüst ist am frischen Präparat nicht zu erkennen. Erst nach geeigneter Behandlung wird es deutlich. Es scheint nur aus Linin (v. Lenhossék) zu bestehen.

Neuere Untersuchungen mit feineren Methoden haben im Zellkörper eine Anzahl besonderer Strukturen aufgedeckt:

a) die chromophile Substanz (Nißl),
b) die Neurofibrillen (Bethe, Cajal),
c) das Binnennetz (Kopsch), (Golgis Apparato reticolare interno),
d) Intrazellulare Kanälchen (Holmgren),
e) Zentralkörperchen.

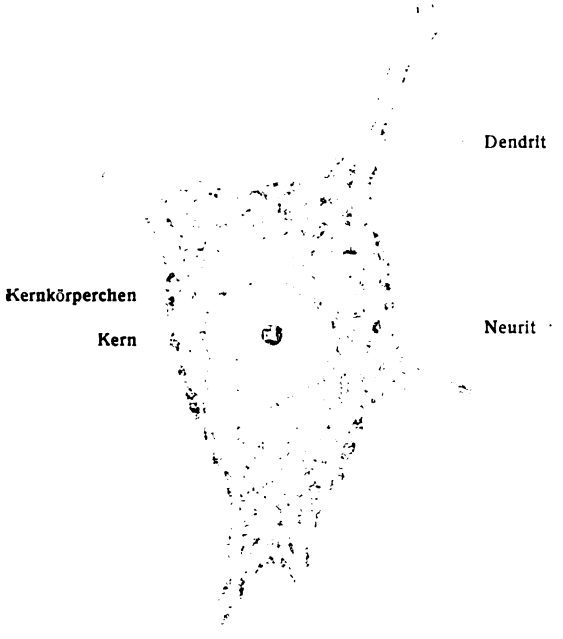


Fig. 189.
Normale chromophile Substanz.

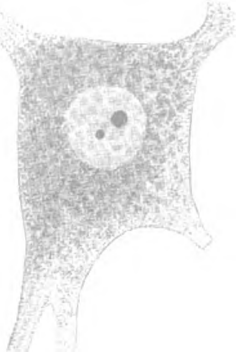


Fig. 190.
Staubförmiger Zerfall der chromophilen Substanz.

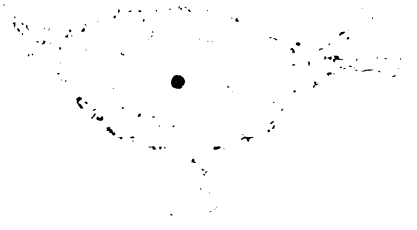


Fig. 191.
Verklumpung der chromophilen Substanz.

Figg. 189—191. Vordersäulenzellen des Rückenmarkes vom Kaninchen. Nißls Methode. (Nach Photos v. Fr. Kopsch.)

a) Die chromophile Substanz, gewöhnlich als Nißlsche Körperchen bezeichnet, ist vorhanden in Form von verschieden gestalteten Häufchen kleinerer und größerer Körnchen und Fädchen. Es sind unregelmäßige, eckige Schollen, welche helle Straßen begrenzen. Ihr Aussehen ist bei den verschiedenen Zellarten ungleich, aber für jede charakteristisch. Es wechselt mit den Funktionszuständen der Zelle und erlaubt gewisse Schlüsse über den Ernährungs- sowie Gesundheitszustand des Neuron. Durchschneidung des Neuriten, sowie lang andauernde Funktion führen zur Verminderung und Schwund; bei anderen Alterationen nimmt es klumpige Formen an. Figg. 189—191.

b) Die Neurofibrillen sind innerhalb der Ganglienzelle wahrscheinlich schon von M. Schultze, Kupffer u. a. gesehen worden (Fig. 192). Sicherheit über ihr Vorkommen und ihr Verhalten verdanken wir jedoch den neueren Methoden,

Digitized by Google

der Vergoldung (Apathy), der Färbung mit Toluidinblau (Bethe) und der Imprägnation mit Silber (Cajal; Bielschowsky). Figg. 193—195.

Aus der Menge der mit den letzten beiden Methoden an verschiedenem Material gewonnenen Ergebnisse folgt als gemeinsames und gesichertes, daß der Zellkörper, die Dendriten und der Neurit erfüllt sind von einer großen Menge feinster Fibrillen, welche innerhalb des Zellleibes in den hellen Straßen zwischen der chromophilen Substanz verlaufen. Zweifelhaft und umstritten ist das feinere Verhalten

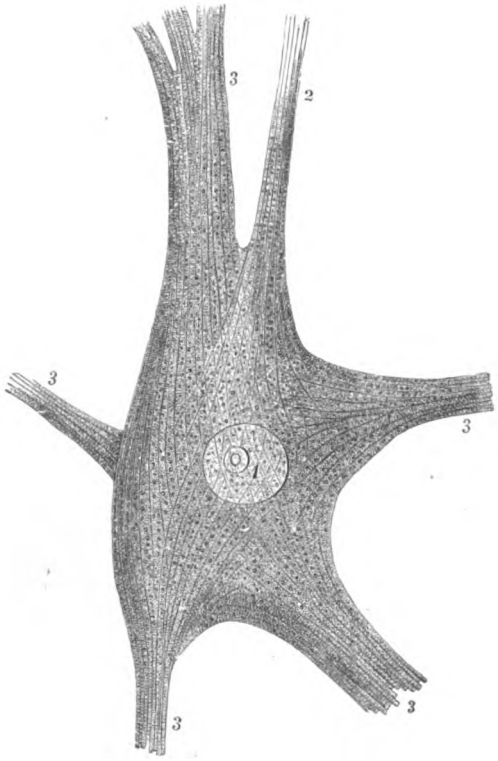


Fig. 192.

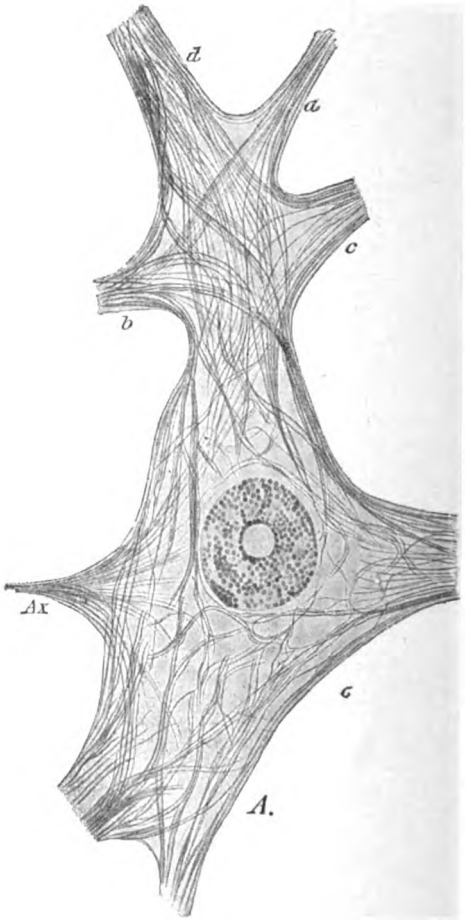


Fig. 193.

Fig. 192. **Ganglienzelle mit Fibrillenstruktur** aus der Vordersäule des Rückenmarkes vom Kalbe, nach kurzer Mazeration in Jodserum. 600:1. (M. Schultze.)

1 Kern mit Kernkörperchen und Vakuole in letzterem; 2 Axenzylinderfortsatz; 3, 3 verästelte Fortsätze.

Fig. 193. **Neurofibrillen.** Große Vordersäulenzelle aus dem Lendenmark eines 18jähr. Mannes. *Ax* Neurit; *a, b, c, d* usw. Dendriten. Die Zelle zeigt ein deutliches Negativ des „Nißlbildes" und enthält hauptsächlich Peripheriefibrillen. Ein großer Teil der Fibrillen ist von Fortsatz zu Fortsatz zu verfolgen. Nur ein kleiner Teil der Fibrillen nimmt an der Bildung des Neuriten teil. Bei den meisten Bündeln ist nur ein Teil der Fibrillen gezeichnet. Zwischen *b* und *c* ist keine Verbindung vorhanden. (A. Bethe, 1900.)

der Fibrillen im Zelleib und im Stamm der Dendriten. Es wird darüber gestritten, ob die Fibrillen oder Fibrillenbündel miteinander anastomosieren oder ob sie isoliert nebeneinander liegen. Nach Bethe verlaufen sie in der Regel durch die Zelle hindurch ohne Netze zu bilden, seltener kommen Gitterwerke vor (bei Wirbellosen, in Spinalganglienzellen von Wirbeltieren, im Lobus electricus von Torpedo marmorata). Cajal dagegen, Donaggio und andere treten lebhaft für die netzartige Anordnung der Fibrillen sowohl im Zellkörper als auch am ersten

Digitized by Google

Teilungswinkel der Dendriten ein, wenngleich auch andere Fibrillenbündel glatt durch die Zelle hindurchziehen. Innerhalb der Dendriten und des Neuriten aber liegen die Fibrillen in Bündeln nebeneinander.

c) Das Binnennetz (Figg. 196—200) (Apparato reticolare interno von Golgi) ist ein sehr zierliches, wahres Netz rundlicher Stränge von verschiedener Größe, welche manchmal aus Körnchen zusammengesetzt zu sein scheinen. Es liegt innerhalb des Zelleibes, erreicht nicht die Oberfläche, kann aber den Kern mit einzelnen Maschen berühren, obwohl auch hier, wie in der peripherischen Zone des Zelleibes in der Regel ein schmaler Streifen frei vom Binnennetz bleibt. Verwickelt wird das Bild weiter dadurch, daß von den maschenbildenden Fäden seitliche Äste abgehen, welche nach kurzem Verlauf rundlich oder keulenförmig

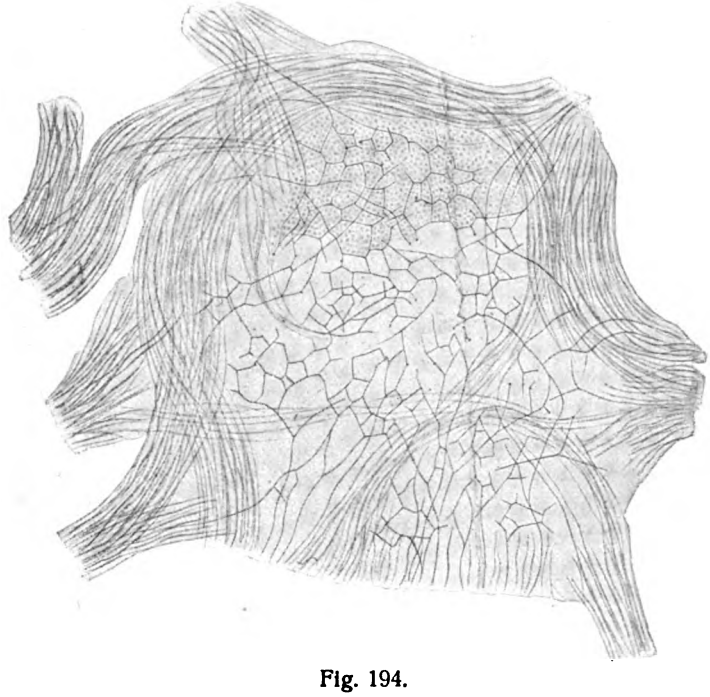


Fig. 194.

Endozellulares Fibrillengitter in einer Zelle aus dem Lobus electricus von Torpedo. (A. Bethe, 1900.)

endigen, sowie dadurch, daß (bei älteren Individuen) eine lobuläre Anordnung einzelner Teile des Netzes auftritt.

Über Natur und Bedeutung des Binnennetzes ist zurzeit nicht viel zu sagen. Mit den Neurofibrillen hat es nichts zu tun, es ist vielmehr ein besonderes, auch in anderen (vielleicht allen) Körperzellen vorhandenes Zellorgan, wo es mit denselben Hilfsmitteln (Golgi Methode, Verattis Modifikation derselben, Osmiumsäure nach Kopsch) dargestellt worden ist.

Nach meiner Meinung handelt es sich um niedere Stufen von Eiweißkörpern (Albumosen, Peptone). Ihre Lage und bestimmte Anordnung zeigen, daß die chemischen Umsetzungen der Eiweißkörper, von denen Funktion und Ernährung der Zelle abhängen, an bestimmte Orte der Zelle gebunden sind. In diesem Sinne würde das Binnennetz den vegetativen Teil der Zelle darstellen.

d) Intrazellulare Kanälchen in Ganglienzellen, zuerst von Nansen beschrieben, können durch bestimmte Behandlungsweisen dargestellt werden. Es

Digitized by Google

ist wahrscheinlich, daß sie in gewissem Sinn Kunstprodukte sind, insofern, als vorerst nicht genauer bestimmte niedere Eiweißkörper (vielleicht dieselben, welche bei anderer Behandlung das Binnennetz liefern) durch die Behandlung nicht in unlöslicher Form ausgefällt und beim Aufkleben sowie Färben der Schnitte wieder gelöst werden. An ihrer Stelle wird alsdann eine Lücke vorhanden sein. Wenn nun die künstlich hergestellten Hohlräume ein Kanalsystem von bestimmter Lage bilden, so folgt daraus zunächst nur, daß die betreffenden unbekannten Körper (Albumosen, Lecithin?) in regelmäßiger, bestimmter Lage innerhalb des Zellkörpers vorkommen. Ob diese Körper zum Stoffwechsel der Zelle in Beziehung stehen, was an sich einleuchtend ist, kann auch erst nach Kenntnis ihrer Natur gesagt werden. Was zurzeit feststeht, ist die Tatsache, das innerhalb des Ganglienzellkörpers sich ein System längerer oder kürzerer feiner Kanäle darstellen läßt, welche ohne eigene Wand und ohne nach außen zu münden, den Zelleib durchziehen. Fig. 201.

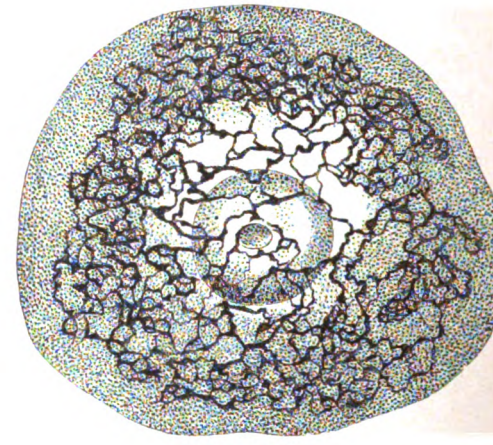


Fig. 196.

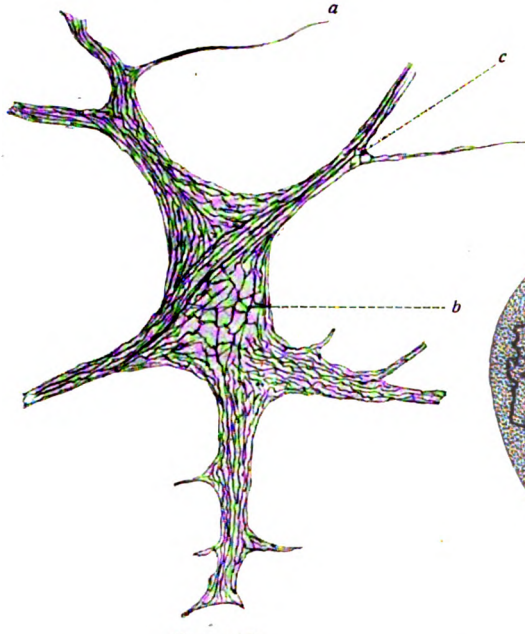


Fig. 195.

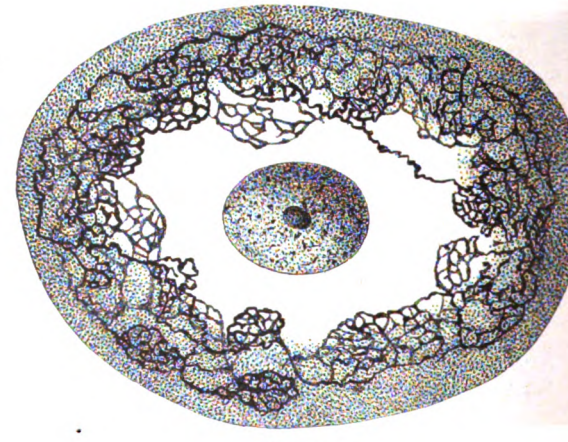


Fig. 197.

Fig. 195. **Netz der Neurofibrillen** innerhalb einer Horizontalzelle aus der Netzhaut einer Katze von 8 Tagen. *a* Neurit; *b* Netz der Neurofibrillen im Zellkörper; *c* Fibrillenanastomosen an einer Dendritenteilung. (Cajal, 1905.)

Fig. 196. **Binnennetz** in einer Spinalganglienzelle des erwachsenen Hundes. (C. Golgi, 1898.)

Fig. 197. **Binnennetz** in einer Spinalganglienzelle vom 20jähr. Pferde. Lobuläre Anordnung einzelner Teile des Netzes. (C. Golgi, 1898.)

Hierzu soll erwähnt werden, daß nach Holmgren, welcher sich mit großem Eifer dem Studium der „Saftkanälchen" gewidmet hat, die intrazellularen Kanäle an der Oberfläche ausmünden. Der Autor hat in einer großen Zahl von Veröffentlichungen seine Befunde und Ansichten über diesen Gegenstand niedergelegt. Im Laufe der Zeit ist er zu folgender Anschauung gekommen: Der Ganglienzellkörper wird durchsetzt von einem Netzwerk solider Fortsätze, welches von anderen

Digitized by Google

Zellen stammt. Seiner Funktion wegen wird es als „Trophospongium" bezeichnet. Durch Auflösung von Teilen dieses Netzwerkes entstehen die intrazellularen Kanälchen.

e) Zentralkörperchen sind zuerst durch von Lenhossék in Spinalganglienzellen vom Frosch nachgewiesen worden. Dann haben andere Autoren (Dehler, Bühler, Schaffer, Solger, Fuchs, Kolster u. a.) an Nervenzellen verschiedener Art bei verschiedenen Tieren und auch beim Menschen Zentralkörper gefunden. Fuchs findet sie paarweise in einem hellen Hof, und sogar meist mehrere Paare in einer Zelle regellos an verschiedenen Stellen liegen. Figg. 202, 203.

B. Die Dendriten oder Protoplasmafortsätze sind reich und fein verästelt, sie kommen nicht an allen Nervenzellen vor: z. B. fehlen sie an Spinalganglienzellen. Ihr Ursprung aus dem Zellkörper ist breit. Sie verjüngen sich nur allmählich, wie im Gegensatz zum Neuriten hervorzuheben ist. Die Verästelung ist meist dichotomisch. Wie die feinsten Reiserchen endigen, ist zurzeit noch umstritten.

Fig. 198.

Fig. 199.

Fig. 200.

Fig. 198. **Stücke des Binnennetzes** (2 μ dicker Schnitt einer Spinalganglienzelle vom Kaninchen; Tangentialschnitt; nach Mikrophotographie). (Kopsch.) Maßstab 1750 : 1.

Fig. 199. **Stücke des Binnennetzes,** die Zusammensetzung aus Körnchen zeigend. Spinalganglienzelle vom Huhn. (von Bergen, 1904, nach Methode von Kopsch.) Maßstab ca. 1200 : 1.

Fig. 200. **Stücke des Binnennetzes und Kanälchen** nebeneinander in einer Spinalganglienzelle vom Huhn. (von Bergen, 1904, nach Methode von Kopsch.) Maßstab ca. 1200 : 1.

Der Dendrit und alle seine Äste bestehen aus Neurofibrillen und der zwischen letzteren befindlichen inter- oder perifibrillaren Substanz. In dem Hauptstamm setzt sich die chromophile Substanz fort bis zur ersten Gabelung und manchmal noch etwas darüber hinaus. Am Gabelungswinkel liegt meist eine dreieckige Scholle chromophiler Substanz. An dieser Stelle findet Cajal auch Anastomosen von Neurofibrillen, Bethe den direkten Übergang von Neurofibrillen aus einem Seitenast in den anderen, welche also mit dem Zellkörper nichts zu tun haben. Die gröberen Äste enthalten Bündel von Fibrillen, die feinsten bestehen nur aus einer einzigen Fibrille und etwas Perifibrillarsubstanz. Beim Absterben und bei der Konservierung bildet letztere die bekannten Varicositäten dadurch, daß sie sich an einzelnen Punkten sammelt, während sie sich von anderen Stellen zurückzieht, so daß ein perlschnurartiges Bild entsteht.

C. Der Neurit oder Axenzylinderfortsatz ist, wie schon gesagt wurde, meist nur in der Einzahl vorhanden. Er entspringt am Zellkörper mit breitem „Ursprungskegel", verdünnt sich plötzlich und wird erst allmählich in einiger

Digitized by Google

Entfernung vom Zelleib wieder dicker. In manchen Fällen entspringt er auch statt aus dem Zelleib, aus dem Stamm eines Dendriten (Fig. 195); er ist kein konstanter Fortsatz multipolarer Zellen; er kann gänzlich fehlen, aber auch mehrfach vorhanden sein.

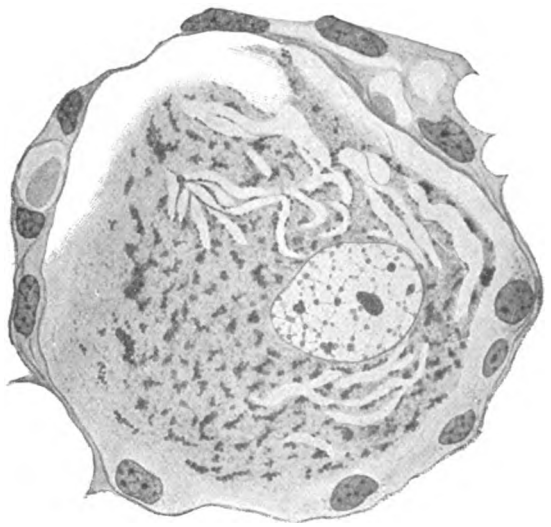


Fig. 201.

Intrazellulare Kanälchen. Spinalganglienzelle vom Hunde. (E. Holmgren, 1901).

Der Ursprungskegel ist frei von chromophiler Substanz und deshalb hell, zeigt eine feine, nach außen konvergierende Längsstreifung, zwischen welcher vereinzelte, in Reihen angeordnete Körnchen liegen. Die Streifung ist der Ausdruck der in den Neuriten hineinziehenden Fibrillen. Sie stammen, wie Bethe angibt, aus allen Dendriten, doch steht die Menge der von jedem stammenden Fibrillen nicht im Verhältnis zur Dicke und Mächtigkeit des betreffenden Protoplasmafortsatzes.

Die im Neuriten vereinigten Fibrillen drängen sich zunächst dicht aneinander, was seinen Ausdruck findet in der plötzlichen Verdünnung des Ursprungskegels; erst in weiterer Entfernung vom Zelleib lockert sich ihr Verband durch Zwischenlagerung größerer Mengen von Interfibrillarsubstanz.

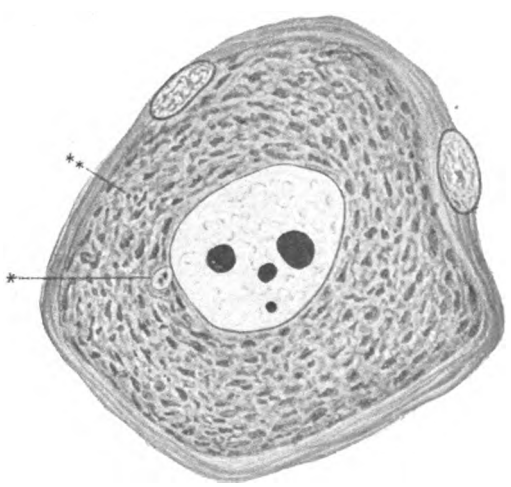


Fig. 202.

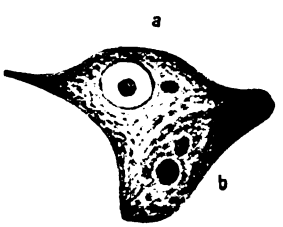


Fig. 203.

Fig. 203. **Zentralkörperpaar** in einer Vordersäulenganglienzelle *(a)* und in einer Gliazelle *(b)* einer 5 Wochen alten Maus. (Fuchs, 1902.)

Fig. 202. **2 Zentralkörperpaare** (bei * und **) in einer großen Spinalganglienzelle vom jungen Meerschweinchen. (Fuchs, 1902.)

Zugleich tritt in den meisten Fällen (Ausnahme Nervi olfactorii) eine isolierende Hülle auf, und zwar erst in einiger Entfernung vom Zellkörper. Entsprechend der Art dieser Scheide unterscheiden wir markhaltige und marklose Nervenfasern.

1. Vom Bau der markhaltigen Nervenfaser kann man eine sehr gute Vorstellung gewinnen, wenn man eine Glasröhre mit einer Anzahl von feinen Fäden und Wasser

Digitized by Google

anfüllt. Die Glaswand des Rohres entspricht der Markscheide, der von ihr umschlossene Inhalt, der Axenzylinder, besteht aus Neurofibrillen und Interfibrillarsubstanz, den Fäden und dem Wasser unseres Modells. — Der Axenzylinder ist am frischen Präparat grau, 0,5—1,0 μ breit; die Markscheide erscheint glänzend. Letztere ist bei den peripherischen Nerven umhüllt von der Schwannschen Scheide, im Zentralnervensystem von Neuroglia.

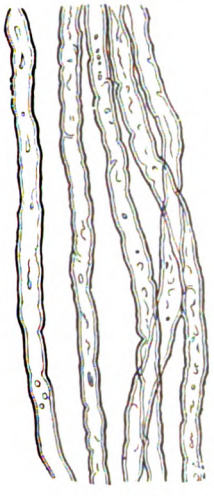


Fig. 204.

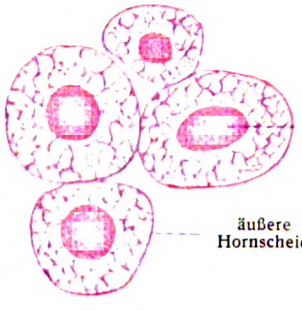


Fig. 205.

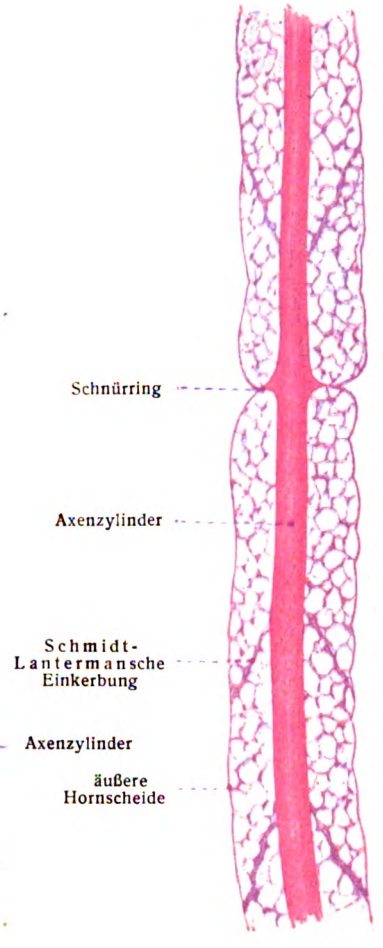


Fig. 206.

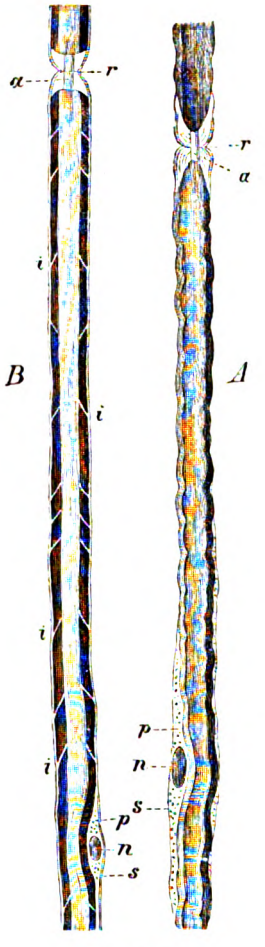


Fig. 207.

Fig. 204. **Frische markhaltige Nervenfasern** mit doppeltem Kontur und buchtigen Begrenzungen.

Fig. 205. **Neurokeratingerüst** markhaltiger Nervenfasern. Querschnitte. 1200:1.

Fig. 206. **Neurokeratingerüst** einer markhaltigen Nervenfaser. Längsschnitt 1200:1.

Fig. 207 A und B. **Markhaltige Nervenfasern** mit Osmiumsäure behandelt. *a* Axenzylinder; *s* Schwannsche Scheide; *n, n* Nervenkerne, die Markscheide leicht einbuchtend; *p, p* feinkörnige Substanz an den Polen der Kerne; *r, r* Ranviersche Einschnürungen; hier hört das Nervenmark auf, der Axenzylinder ist sichtbar; *i, i* in B sind die Grenzlinien der Marksegmente, entsprechend den Schmidt-Lantermanschen Einkerbungen.

Demnach kann man die markhaltigen Nervenfasern wieder einteilen in Fasern mit Schwannscher Scheide und in solche ohne diese Scheide.

a) Die mit Schwannscher Scheide versehenen markhaltigen Nervenfasern bilden den überwiegenden Bestandteil aller peripherischen Hirn- und Rückenmarksnerven, kommen aber auch im sympathischen Nervensystem vor.

Digitized by Google

Die Markscheide, Myelinscheide, besteht aus Nervenmark, Myelin, einer glänzenden, stark lichtbrechenden Substanz, welche aus einem Gemenge von Eiweiß und Fetten besteht und überdies noch einen hornartigen Stoff, Neurokeratin, enthält, sei es, daß der letztere in Lösung vorhanden ist, oder ein Gerüst in der Markscheide bildet. An frischen Nervenfasern (Fig. 204) zeigt die Markscheide scharfe Grenzlinien und läßt, wo sie vorhanden ist, den von ihr umhüllten Axenzylinder nicht wahrnehmen. An absterbenden Nervenfasern tritt aber alsbald eine zweite, innere Grenzlinie auf; dadurch erscheinen die Fasern doppelt konturiert. Die doppelte Konturierung ist der Anfang einer in der Folge weit stärker hervortretenden Gerinnung des Nervenmarkes. Hat man den öligen Teil

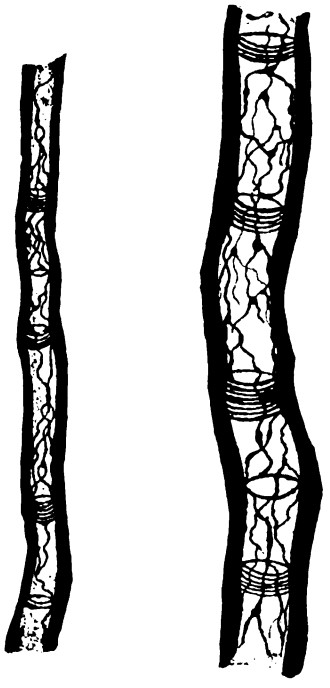


Fig. 208.

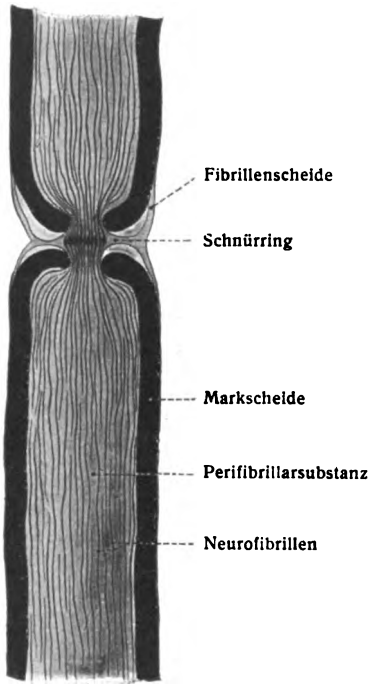


Fig. 209.

Fig. 208. **Golgische Trichter** und die sie verbindenden Fäden in der Markscheide der Nervenfasern vom Hund und Sperling. (Sala, 1900.)

Fig. 209. **Bau des Axenzylinders** (nach Bethe).

des Myelins durch Behandlung des Nerven mit kochendem Alkohol und Äther entfernt, so bleibt in dem früher vom Nervenmark erfüllten Raum ein zierliches Gerüst zurück, das erwähnte Horngerüst, die Hornspongiosa der Markscheide, welche auch färberisch z. B. durch Eisenhämatoxylin (Corning) und durch andere Methoden an Schnitten darstellbar ist. Figg. 205, 206.

Zwischen zwei aus derselben Substanz bestehenden, die innere und äußere Abgrenzung des Markes bezeichnenden Scheiden, der äußeren und inneren Hornscheide, wie sie genannt wurden, spannen sich Bälkchen aus, welche zusammen mit den Hornscheiden das Horngerüst bilden.

Die Schwannsche Scheide, Neurilemma, ist eine glashelle, elastische, strukturlose Membran, welche der Außenfläche der Markscheide dicht anliegt. Von Strecke zu Strecke aber sitzen der Innenfläche der Schwannschen Scheide ellip-

Digitized by Google

soidische Kerne an, die an den Polen meist noch von feinkörnigem Protoplasma umgeben sind. Fig. 207.

An der Markscheide kommen außerdem noch eigentümliche Einkerbungen vor: Die Ranvierschen Schnürringe und die Schmidt-Lantermanschen Einkerbungen.

An ersteren ist auch die Schwannsche Scheide hervorragend beteiligt. Tiefe, ringförmige Einschnürungen der Schwannschen Scheide dringen von Strecke zu Strecke bis in die Nähe des Axenzylinders vor, so daß hier das Mark ganz fehlen kann und der Axenzylinder sichtbar ist. Letzterer kann an der Stelle des Schnürringes konisch verdickt sein. (Figg. 206, 209.) Behandlung mit Silbernitrat bringt in der Tiefe der Einsenkung eine quere schwarze Trennungslinie hervor, ähnlich den Kittlinien der Epithelien. Man schließt hieraus, daß die Schwannsche Scheide aus einer Anzahl röhrenförmiger Segmente aufgebaut sei. Von hier aus dringt die Silberlösung je nach der Einwirkung eine kürzere oder längere Strecke weit am Axenzylinder vor und erzeugt dadurch ein Bild, welches als lateinisches Kreuz (Ranvier) bekannt ist. Der vom Silberniederschlag betroffene Axenzylinder zeigt oft eine Querstreifung von abwechselnd einander folgenden hellen und dunklen Streifen. Sie sind bekannt als Frommannsche Linien. Die Nervenfaser selbst wird durch die Schnürringe, welche bei dünneren Fasern 0,08, bei dickeren Fasern bis zu 1 mm auseinanderliegen, äußerlich in sogenannte interanuläre Segmente geteilt. Schnürringe besitzen alle peripherischen, markhaltigen Nervenfasern, auch die Fasern der Nervenwurzeln. Man darf in ihnen wohl Einrichtungen erblicken, welche den Diffusionsstrom zwischen dem Axenzylinder und der umgebenden Lymphe erleichtern, also der Ernährung des Axenzylinders dienen.

Fig. 210.

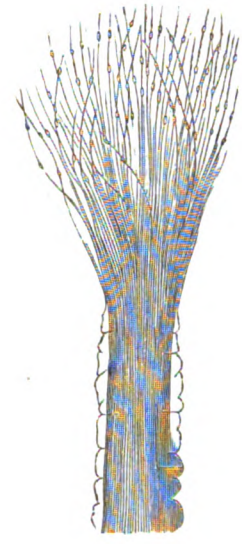


Fig. 211.

Nervenfibrillenbündel aus der Nasengrube des Hechtes, in feinste variköse Fibrillen sich auflösend. (M. Schultze.)

Fig. 210. **Marklose Nervenfasern,** isoliert.

Die zweite Form der Einkerbungen betrifft die Markscheide allein. Innerhalb eines interanulären Segmentes zeigt die Markscheide eine Reihe kleiner zylindrokonischer Segmente (Fig. 207), welche durch feine trichterförmige

Digitized by Google

Einschnitte bedingt werden. Letztere dringen bald in der Richtung nach dem zentralen, bald nach dem peripherischen Ende vor und sind schon an der frischen Faser erkennbar. Die trennende feine Substanz ist den Kittsubstanzen verwandt.

Das zuerst durch Ewald und Kühne darstellte Neurokeratin-Gerüst halten andere Autoren (Engelmann, Retzius u. a.) für ein Kunstprodukt, hervorgerufen durch die angewandten Reagentien. Golgi und nach ihm eine größere Zahl italienischer Forscher, zuletzt Sala, beschreiben einen anderen Stützapparat, „Golgische Trichter", innerhalb der Markscheide wie folgt: An den Enden der zylindrokonischen Segmente, also in der Gegend der Schmidt-Lantermanschen Einkerbungen, befindet sich ein System feiner, den Axenzylinder spiralig umkreisender Fibrillen. Sie bilden zusammen einen Kegel, dessen Basis an der Scheide sitzt, indes die Spitze dem Axenzylinder anliegt. Dazu beschreibt nun Sala noch ein Netzwerk feiner, wesentlich in der Längsrichtung der Nervenfaser laufender Fäserchen, welche die benachbarten Golgischen Trichter miteinander verbinden. Fig. 208.

b) Markhaltige Fasern ohne Schwannsche Scheide bilden in gewaltigen Massen die weiße Substanz der Zentralorgane und des N. opticus. An die Stelle der Schwannschen Scheide tritt hier die Neuroglia. Fig. 217.

2. Die marklosen Nervenfasern sind entweder ganz frei von einer besondern Hülle oder besitzen nur die Schwannsche Scheide.

a) Die mit Schwannscher Scheide versehenen marklosen Nervenfasern nennt man auch graue, gelatinöse oder Remaksche Fasern. Sie haben ihr Hauptgebiet im Sympathicus.

b) Marklose Fasern ohne Schwannsche Scheide, oder wie man unrichtig sagte „nackte Axenzylinder", von längerer Ausdehnung sind beim Menschen nur in den Nervi olfactorii vorhanden. Sie sind die zentralen Fortsätze der im Riechepithel befindlichen Sinneszellen, und noch nicht $^1/_2$ μ dick.

Verlieren die marklosen oder die marklos gewordenen Fasern in der Peripherie ihre Schwannsche Scheide, so liegen die Axenzylinder oder Fibrillenbündel nackt vor. Das peripherische Endstück ähnelt hierin dem Ursprungsstück im Gehirn und Rückenmark, indem auch dieses marklos und ohne Schwannsche Scheide ist. Marklose Nervenfibrillen und Fibrillenbündel ohne Schwannsche Scheide kommen außer an der Peripherie des Körpers auch innerhalb der Zentralorgane in überaus bedeutender Menge vor in den Endverzweigungen der zentripetalleitenden Nerven. (Ambronn u. Held, Sitzber. sächs. Ges. Wiss., Leipzig 1895).

Ebenso wie die feinen Endzweige der Dendriten neigen auch die Verästelungen der nackten Axenzylinder zur Bildung von Varicositäten.

Kaliber der Nervenfaser.

Nervenfibrillen, mögen sie zentraler oder peripherischer Art sein, haben ziemlich gleiches Kaliber. Fibrillenbündel, Axenzylinder schwanken dagegen sehr bedeutend. Ebenso zeigen die Nervenfasern als Ganzes bedeutende Schwankungen. Dickere Nervenfasern besitzen im allgemeinen auch dickere Axenzylinder. Ein bestimmtes Merkmal sensibler und motorischer Nerven ist im Kaliber nicht vorhanden, doch zeigen sensible Nerven größere Schwankungen in der Dicke der einzelnen Fasern. Große Länge der Nervenfaser, sodann kranialer Ursprung, vielleicht auch häufiger Gebrauch scheinen stärkeres Kaliber zu bedingen (Schwalbe); vor allem aber wirken reiche Endverästelung und reiche Verbindung auf die Stärke des Kalibers ein (Cajal).

Teilungen der Nervenfasern.

Teilungen von Nervenfasern sind ein überaus häufiges Vorkommnis, teils während des Verlaufes der Fasern in den Zentralorganen, durch Abgabe von Kollateralen usw., teils in der Peripherie, wie bei den Endigungen im interepithelialen Labyrinth der Epidermis, in den motorischen Endplatten, sowie vor Erreichung der letzteren. Seltener finden Teilungen im Innern von Nervenstämmen statt. Im Bereich der spinalen Ganglien hingegen bilden Teilungen eine regelmäßige Erscheinung. An der Teilungsstelle peripherischer Nervenfasern oberhalb des Endgebietes befindet sich stets ein Ranvierscher Schnürring.

Digitized by Google

3. Die Neuroglia.

An den Stützelementen des Nervensystems, den Gliazellen, kann man der Gestalt nach drei Gruppen unterscheiden.

a) Ependymzellen,
b) Astrocyten, auch Spinnenzellen oder Deiterssche Zellen genannt.
c) besondere Formen.

a) Die Ependymzellen. (Figg. 212, 213). Sie bestehen aus einem zylindrischen Zellkörper mit länglichem Kern und der langen Ependymfaser. Die Zellkörper bilden als einschichtiges Epithel die Auskleidung der Hirnhöhlen und des Zentralkanals vom Rückenmark. Die Ependymfaser zieht tief in die Hirnsubstanz

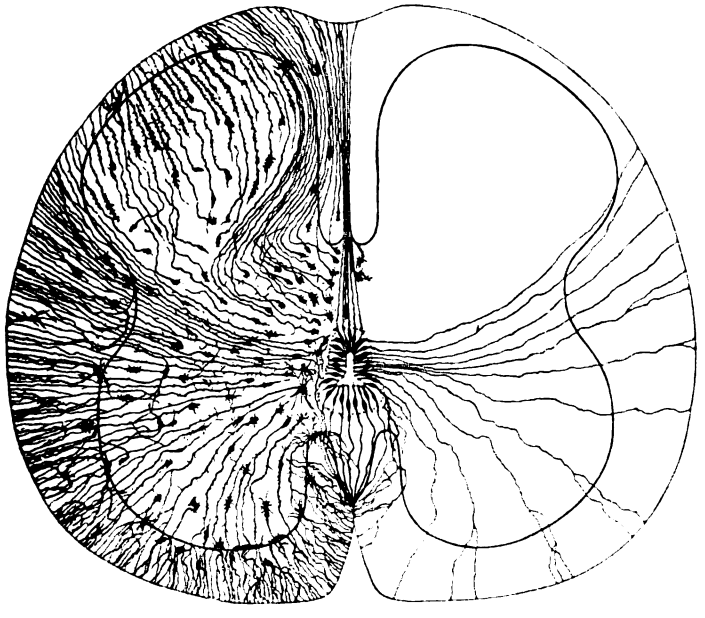


Fig. 212.

Fig. 213.

Fig 213. **Ependymzellen** (rot) und **Ependymfasern** (blau) aus dem Rückenmark des Kaninchens. 1000 : 1. Von den Ependymfasern ist nur das der Zelle benachbarte Stück dargestellt.

Fig. 212. **Ependym- und Neurogliazellen** im Rückenmark eines 14 cm langen menschlichen Fetus. (v. Lenhossek.) Rechts Ependymgerüst; links Neurogliazellen. Golgis Methode.

hinein. An der freien Oberfläche besitzen die Zellkörper einen Besatz von Flimmerhaaren (Fig. 213), deren Bewegung durch Leydig bei Tieren, durch Virchow, Kölliker u. a. beim Menschen gesehen worden ist. Neuerdings schreibt Fuchs einem Teil der Zellen sekretorische Leistungen zu. Weitere Untersuchungen über diese wichtige und interessante Beobachtung werden abzuwarten sein.

Die Ependymfaser reicht beim Embryo relativ weit in die unterliegende Hirn- bzw. Rückenmarksubstanz hinein. Am Rückenmark von Embryonen erreicht sie die freie Oberfläche. Beim Erwachsenen ist dies nur noch der Fall bei den das Septum posterius des Rückenmarkes bildenden Fasern. Jede dieser Fasern besteht aus mehreren Fäserchen, welche sich nach kürzerem oder längerem Verlauf voneinander trennen.

b) Die Astrocyten: Von dem Ependymzellen sondern sich schon in sehr frühem Embryonalstadium diejenigen Zellen, welche zu Astrocyten werden. Sie lösen sich aus dem Epithelverband und gelangen zwischen die Nervenzellen und Nervenfasern. Dort wandeln sie sich zu Zellen mit kleinem kugeligen Kern, spärlichem Protoplasma und zahlreichen längeren oder kürzeren Ausläufern.

Digitized by Google

Entsprechend der Länge ihrer Fortsätze unterscheidet man Langsstrahler und Kurzstrahler (Figg. 214, 215). Erstere kommen hauptsächlich in der weißen, aber auch in der grauen Substanz des Zentralnervensystems vor; letztere sind nur innerhalb der grauen Substanz zu finden.

Die Langstrahler besitzen lange, feine, glatte, unverästelte Ausläufer; die Fortsätze der Kurzstrahler teilen sich wiederholt dichotomisch.

Die Ausläufer der Langstrahler enthalten starre runde Fasern, Gliafasern; deshalb wird diese Zellform auch als „faserige Glia" bezeichnet. Die Gliafasern durchsetzen den Zelleib, biegen auch oftmals schleifenartig an der Peripherie um (Figg. 216, 217). Sie sind in ähnlicher Weise, wie die collagenen Bindegewebs-

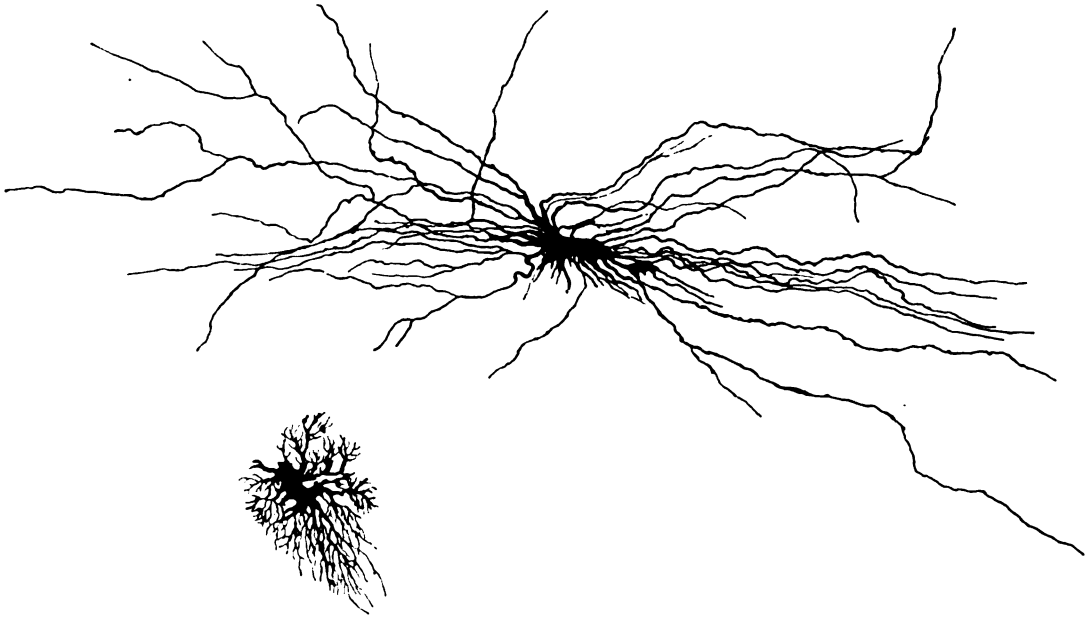


Fig. 214. Fig. 215.

Fig. 214. **Kurzstrahler** aus der Großhirnrinde des Menschen. (Modifikation der Golgi-Methode nach Kopsch.)

Fig. 215. **Langstrahler** aus dem Chiasma nervorum opticorum des Menschen. (Modifikation der Golgi-Methode nach Kopsch.)

fibrillen, Bildungen im Zellprotoplasma und trennen sich wohl zum Teil in analoger Weise von ihrem Mutterboden, dem Zellprotoplasma, so daß freie Gliafasern entstehen, welche man als besondere Gebilde neben den Zellen nennen kann. Nur muß man stets dessen eingedenk sein, daß in letzter Linie alle Gliafasern von Gliazellen stammen. Es ist wahrscheinlich, daß die Gliazellen durch ihre Ausläufer miteinander zusammenhängen. Dadurch würde die Analogie mit den Fibroblasten des Bindegewebes noch größer.

Die Kurzstrahler enthalten keine Gliafasern, sondern feinste Mikrosomen, die Gliosomen, in ihrem Protoplasma. Die sich mehrfach dichotomisch teilenden Ausläufer (Fig. 218) treten mittels verbreiterter Enden, „Gliafüßchen", in Beziehungen zu den Nervenzellen und zur Wand der Blutgefäße.

c) Besondere Formen von Gliazellen kommen vor in der Netzhaut als Müllersche Stützfasern, ferner in der grauen Substanz der Kleinhirnrinde und in der äußersten Schicht der Großhirnrinde.

Digitized by Google

Über Degeneration und Regeneration im Nervengewebe liegen zahlreiche Untersuchungen vor. Nach S. Mayer finden sich in den peripherischen Nervenstämmen ständig Fasern, welche in der Degeneration, neben anderen, welche in der Regeneration begriffen sind. Wird ein Nerv durchschnitten, so folgen die Erscheinungen dem Hauptsatze, daß jene Fasern degenerieren, welche von der Verbindung mit den zugehörigen Nervenzellen getrennt worden sind. Die Axenzylinder des zentralen Stumpfes wachsen bei der sich anschließenden Regeneration in die degenerierenden Bündel des peripherischen Stumpfes hinein und folgen dessen Bahnen (Wallersches Gesetz).

Eine übersichtliche Darstellung vom Verlauf der Degeneration und Regeneration hat Bethe geliefert. Er führt aus: Im peripherischen Stumpf des durchschnittenen Nerven zerfällt zuerst der Axenzylinder in einzelne Stücke, welche im weiteren Verlauf der Degeneration völlig verschwinden, bis zuletzt nichts mehr von ihm übrig ist. Auch die Markscheide zerfällt in Stücke, welche immer

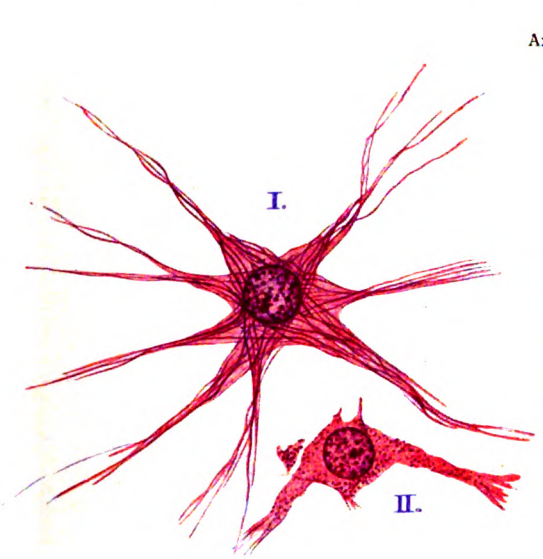


Fig. 216.

Fig. 217.

Fig. 216. **Faserige Gliazellen** aus dem menschlichen Rückenmark. Gliafasern blau. I. faserreiche, II. faserarme Gliazelle.

Fig. 217. **Gliagerüst** im Hinterstrang des menschlichen Rückenmarkes.

kürzer werden und schließlich ganz (wohl durch Resorption) verschwinden. Die Schnelligkeit der Degeneration ist bei den einzelnen Tierklassen verschieden. Bei Vögeln ist die Markscheide völlig zerfallen schon am 2. Tage, bei Säugetieren am 4.—5., bei Winterfröschen erst nach 130—140, bei Sommerfröschen nach 30—40 Tagen. Es bleiben nur die Schwannsche Scheide und ihre Kerne und das sie umgebende Protoplasma übrig. Die degenerativen Veränderungen beginnen an der verletzten Stelle, schreiten sowohl am zentralen wie am peripherischen Stumpf vor. Letzterer degeneriert vollständig; vom zentralen aber geht nur eine Strecke zugrunde, dann macht der Prozeß Halt. Er ist nicht bedingt durch die Unterbrechung des Zusammenhangs mit der Ganglienzelle, sondern ist die Folge der lokalen Schädigung der betreffenden Nervenstelle. Auch die Nervenzellen, deren Neuriten durchschnitten sind, werden von der Schädigung betroffen, ihre chromophile Substanz schwindet, der Kern rückt an die Peripherie und zeigt ebenfalls Zeichen der Schädigung. Bei einer Anzahl von Zellen führen diese Vorgänge zum vollständigen Untergang; andere Zellen erholen sich später, indem der Kern wieder in die Mitte rückt und die chromophile Substanz sich von neuem bildet. Es ist daher zunächst gleichgültig, ob die durchschnittene Nervenfaser wieder zusammengeheilt ist oder nicht; bleibt jedoch die Vereinigung dauernd aus, so atrophieren die Zellen im Laufe von Monaten oder Jahren.

Digitized by Google

Die Regeneration im peripherischen Stumpf tritt bei jungen Tieren trotz völliger Trennung von der Ganglienzelle ein („autogene Regeneration" Philippeaux und Vulpian, Bethe), indem etwa vom 4. Tage an eine lebhafte Vermehrung der Schwannschen Kerne und ihres Protoplasma eintritt. Nach 20 Tagen sind die Reste des degenerierten Markes fast ganz verschwunden; die Schwannschen Kerne und ihr Protoplasma bilden bandartige Fasern „Bandfasern". In ihnen sondern sich ein äußerer Mantel und ein axialer Teil, in welchem auch schon eine Andeutung fibrillärer Streifung vorhanden ist. Später bildet sich ein Markmantel aus, welcher zunächst in der Nähe der Kerne beginnt. Dabei zeigt sich weiter, daß am zentralen Ende des peripherischen Stumpfes die Regeneration schneller fortschreitet als am peripherischen Teil, d. h. die Regenerationskraft einer Nervenstrecke ist um so größer, je näher zum Zentrum sie sich befindet. Die autoregenerierten Nerven degenerieren aber später wieder.

Auch bei erwachsenen Tieren gibt es eine autogene Regeneration, doch bleibt sie hier auf halbem Wege stehen, es fehlt den Nervenfasern die Kraft, aus sich heraus die Regeneration

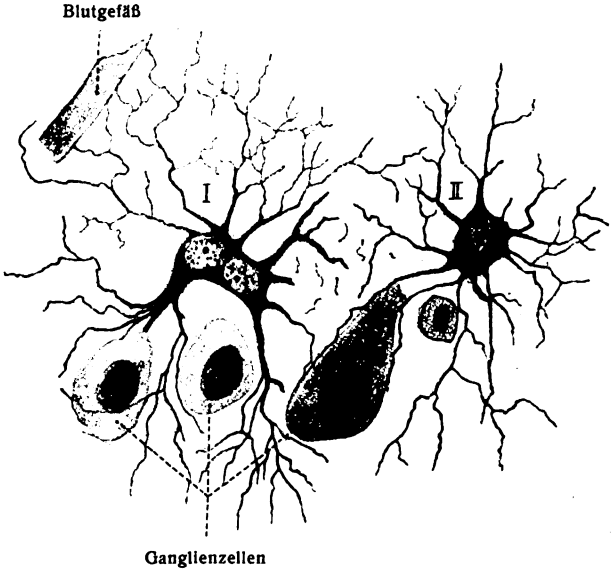


Fig. 218.

Protoplasmatische Gliazellen aus der Großhirnrinde des Menschen. (K. Schaffer, 1915.)
I Zelle mit zwei Kernen; II Zelle mit einem Kern.

zu vollenden. Dies ist nur möglich unter dem Einfluß des zentralen Nervenendes, welches aber nur anregende Wirkung hat.

Sehr klare Bilder von der Regeneration nach Nervendurchschneidung erhielt Perroncito (Bollet. Società med.-chirurg, Pavia 1905) bei Anwendung der Fibrillenfärbung Cajals. Schon am zweiten Tage nach der Nervendurchschneidung wachsen vom Ende des zentralen Stumpfes neugebildete Fibrillen in die junge Narbe. Sie bilden später eigentümliche Knäuel „bottone terminale" und spiralig aufgewundene Gebilde. Die markhaltigen Fasern des peripherischen Stumpfes verändern sich sehr schnell, die marklosen dagegen bleiben 4, 6, 10 Tage lang unverändert. Cajal zeigt in bezug auf die feineren Vorgänge an der Durchschneidungsstelle der Nerven dieselben Bilder wie Perroncito. Er bestreitet die autogene Differenzierung von Fibrillen durch die Schwannschen Zellen des peripherischen Stumpfes. (Trabajos del Labor. de Invest. biol. Madrid, 4. Bd., 1905.) Eine kurze, mit reichen Literaturnachweisen versehene Darstellung hat Bethe in den Folia neurobiologica 1907, S. 63 gegeben. — Walter, Über Regeneration periph. Nerven. Diss. Rostock 1908.

Wie sich die Degenerations- und Regenerationserscheinungen nach Wunden und Substanzverlusten des im Zentralorgan befindlichen Nervengewebes verhalten, hierüber sind, insbesondere an höheren Warmblütern, mit Rücksicht auf die neueren Errungenschaften der Gewebelehre weitere Erfahrungen abzuwarten. Eine Neubildung von Nervensubstanz durch Vermehrung der übrigen Nervenzellen findet bei erwachsenen Warmblütern wahrscheinlich überhaupt nicht statt.

Digitized by Google

Die chemischen Untersuchungen haben dargetan, daß die Nervenzellen zwar im allgemeinen die Zusammensetzung entwicklungsfähiger Zellen besitzen, aber durch einen höheren Gehalt an Lecithin und Cholesterin sich auszeichnen. Ferner ist in den Kernen der Nervenzellen Erwachsener Nucleïn nur in Spuren oder gar nicht, reichlich dagegen in embryonalen Nervenzellen vorhanden.

Als sekundäre Bestandteile der nervösen Organe macht sich eine ganze Reihe von Stoffen geltend: Neurokeratin, Kephalin, Protagon, Kreatin, Taurin, Glykogen, Milchsäure, Inosit, Natriumverbindungen. Zweifelhaft ist das Vorkommen von Harnsäure und Leucin (Kossel).

Ballowitz, E., Eine Bemerkung zu dem von Golgi . . . . . beschriebenen „Apparato reticolare interno" usw. Anat. Anz. 1900. — von Bergen, Zur Kenntnis gewisser Strukturbilder (Netzapparate, Saftkanälchen, Trophospongien) im Protoplasma verschiedener Zellenarten. Arch. mikr. Anat., 64 Bd., 1904. — Bethe, A., Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Leipzig 1903. — Derselbe, Die historische Entwicklung der Ganglienzellenhypothese. Ergebn. der Physiologie. 1904. — Derselbe, Der heutige Stand der Neurontheorie. Deutsche mediz. Wochenschr. 1904. — Cajal, Das Neurofibrillennetz der Retina. Internat. Monatsschrift f. Anat. und Phys. 1904. — Derselbe, El aparato endocelular de Golgi de la celula de Schwann etc. Trab. Labor. Invest. biol. 10 T. 1912. — Corning, H. K., Über die Färbung des „Neurokeratinnetzes" usw. Anat. Anz. 1900. — Cowdry, E. V., The relations of mitochondria and other cytoplasmic constituents in spinal ganglion cells of the pigeon. Internat. Monatsschrift Anat. Phys., 29. Bd., 1912. — Fuchs, H., Über die Spinalganglienzellen und Vorderhornganglienzellen einiger Säuger. Anat. Hefte, 1902. — Fürst, C. M., Ringe, Ringreihen, Fäden und Knäuel, in den Kopf- und Spinalganglien beim Lachse. Anat. Hefte, 19. Bd., 1902. — Golgi, C., Sur la structure des cellules nerveuses des ganglions spinaux. Arch. italiennes de Biol., 30. Bd., 1898. — Held, Hans, Beiträge zur Struktur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze. Arch. Anat. u. Phys. 1897. — Holmgren, E., Zur Kenntnis der Spinalganglienzellen von Lophius piscatorius. Anat. Hefte Nr. 38, 1899. — Derselbe, Beiträge zur Morphologie der Zelle. Anat. Hefte Nr. 59, 1901. — dell'Isola, G., Le modificazioni evolutive della cellula nervosa. Internat. Monatsschr., 17. Bd., 1900. — Joseph, H., Untersuchungen über die Stützsubstanzen des Nervensystems. Arb. zool. Inst. Wien, 13. Bd., 1902. — Kolster, R., Über das Vorkommen von Centralkörperchen in den Nervenzellen von Cottus scorpius. Anat. Anz. 1900. — Derselbe, Centralgebilde in Vorderhornzellen der Wirbeltiere. Anat. Hefte, 16. Bd., 1901. — Es ließen sich Sphären und Zentralkörper in ruhenden Vordersäulenzellen nachweisen. Sollten sie in den übrigen Säulen ganz fehlen? — Kopsch, Fr., Die Darstellung des Binnennetzes in spinalen Ganglienzellen usw. Sitzungsber. Akad. Wiss. Berlin 1902, — v. Lenhossék, M., Über den Bau der Spinalganglienzellen des Menschen. Arch. f. Psychiatrie. 1896. — Die Gliafasern betrachtet Erik Müller (Studien über Neuroglia, Arch. mikr. Anat., 55. Bd., 1900) sowohl morphologisch wie physikalisch-chemisch als Differenzierungsprodukte der Gliazellen, deren ektodermalen Ursprung er bestätigt. Die Neuroglia stellt nach M. einen Übergang dar zwischen dem rein epithelialen Gewebe und dem Bindegewebe; sie ist ein reines Stützgewebe. Die Annahme von Cajal, nach der die Gliazellen Kontraktilität besitzen, verwirft M. — Poluszynski, G, Untersuchungen über den Golgi-Kopsch'schen Apparat etc. Bull. Acad. Sc. de Cracovie. 1911. — Retzius, G., Weiteres zur Frage von den freien Nervenendigungen und anderen Strukturverhältnissen in den Spinalganglien. Biol. Unters. IX, 5, 1900. R. hält den Netzapparat von Golgi für ein flüssigkeiterfülltes Gangwerk des Zelleibes, das periphere Ausläufer besitzt. — Studnicka, F. K., Beiträge zur Kenntnis von Ganglienzellen. Sitzungsber. k. böhm. Ges. Wiss. Prag 1900. — Schultze, O., Beiträge zur Histogenese des Nervensystems. 1. Über die multizelluläre Entstehung der peripheren sensiblen Nervenfaser und das Vorhandensein eines allgemeinen Endnetzes sensibler Neuroblasten bei Amphibienlarven. Arch. mikr. Anat., 66. Bd , 1905. — Sjövall, Über Spinalganglienzellen und Markscheiden. Anat. Hefte, 30. Bd., 1905. — Weigl, R., Vergleichendcytologische Untersuchungen über den Golgi-Kopsch'schen Apparat etc. Bull. Acad. Sc. de Cracovie 1912. — Weigert, C., Beiträge z. Kenntnis der normalen menschlichen Neuroglia (1895.) Die Neurogliafasern sind nicht Fortsätze der Neurogliazellen, sondern Fasern selbständiger Art, deren chemische Verschiedenheit vom Zelleibe von Anfang an vorhanden ist. — Ramón y Cajal, Contribución al conocimiento de la neuroglia del cerebro humano. Trabajos del Labor. d. Invest. biol., 11. Bd., 1914. — Schaffer, Karl, Zur Kenntnis der normalen und pathologischen Neuroglia. Hirnpatholog. Beiträge Berlin 1915. — Penfield, W., G., The Golgi apparatus . . . . Anat. Record 1921.

Digitized by Google

Zahl der Zellen des Erwachsenen.

Durchschnittliches Volumen des Erwachsenen = 60000 ccm
„ „ einer Zelle = 0,000008 cmm
Zahl der Zellen (ohne Blut) rund = 8 Billionen.

Außer den im Texte dieses Abschnittes bereits angeführten Schriften sind folgende Lehrbücher zu nennen, welche das Gebiet der Gewebelehre im ganzen behandeln:

Gegenbaur-Fürbringer, Lehrbuch der Anatomie d. Menschen. VIII. Aufl., Leipzig 1909. — Hertwig, O., Die Zelle und die Gewebe. Bis jetzt 2 Bände. — Kölliker, A., Handbuch der Gewebelehre, Leipzig 1889—96. Fortgeführt von V. v. Ebner. — Oppel, A., Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie. Sehr inhaltreich, bis jetzt in 3 Bänden. 1. Teil. Jena. 1896. — Ranvier, L., Traité technique d'histologie. Paris 1888. — Schäfer, E. A., Text-Book of Mikroskopic Anatomy. London 1912. — Scymonowicz, L., Lehrbuch der Gewebelehre. 4. Aufl. 1921. — Sobotta, Atlas der Histologie usw. IV. Aufl., München 1922. — Stöhr, Ph., Lehrbuch der Histologie, Jena, 19. Aufl. von W. v. Möllendorff 1922. — Petersen, Hans, Histologie und mikroskopische Anatomie, München 1922.

Digitized by Google

Sechster Abschnitt.

Der Körper als Ganzes.

1. Der Bauplan des Menschen.

So leicht es ist, den Menschen auf den ersten Blick von jedem Tiere zu unterscheiden, so ist mit der Wahrnehmung der vorhandenen auffallenden Unterschiede für die Kenntnis des Bauplanes nicht das mindeste gewonnen. Geht man der zu lösenden Aufgabe weiter nach, so wird man bald zu dem Versuch gelangen, den menschlichen Körper in seiner Form mit jenen regelmäßigen Gebilden zu vergleichen, welche uns die Geometrie kennen lehrt und welche in dem herrlichen Reich der Kristalle so vielfach vertreten sind. Man wird finden, die Grundform des Körpers habe Ähnlichkeit mit einem Zylinder. Abplattung dieses Zylinders, entsprechend einer Ebene, welche in der Längsaxe des Zylinders liegt, eine stärkere Einschnürung oberhalb der Mitte, bringt eine Gestalt zustande, welche im allgemeinen der menschlichen ähnelt. Von den Extremitäten kann dabei abgesehen werden; oder man wird finden, sie seien annähernd zylindrisch geformte Anhangsgebilde des zylindrischen übrigen Körpers.

G. Fechner hatte den Versuch gemacht, die gesamte Oberflächenform des Körpers, insbesondere diejenige des Antlitzes, in mathematische Ausdrücke zu bringen, so wie es für die Schalen von Vogeleiern, für die so interessant geformten Gehäuse vieler Wirbellosen schon unternommen worden ist. Indessen wäre auch hiermit für die Kenntnis des Bauplanes des Körpers nichts gewonnen.

Es ist, wie H. Lotze mit Recht entgegenhält, die organische Gestalt hoch organisierter Körper keine bloße Gestalt, sondern die Umgrenzung einer inneren Organisation. „Die meisten aber übersehen, daß der Körper ein erfüllter Raum ist, dessen Inneres durch eine für das Äußere maßgebende Struktur ausgefüllt ist, und daher vergnügt man sich an der Hoffnung, eine Gleichung für die Körperform als bloße Form zu finden, und an der Phantasie durch Veränderung einiger Koëffizienten die Krebsoberfläche in eine Spinnenoberfläche zu verwandeln. — Die mathematischen Linien und Flächen haben keine Entwicklungsgeschichte und keine Eingeweide."

Aber man könnte daran denken, ihnen Eingeweide zu geben. Doch auch abgesehen hiervon, können wir aus der Betrachtung der äußeren Form einiges lernen, was für die Kenntnis des Bauplanes Wert hat; dies zu erkennen, hat Lotze keineswegs übersehen.

Legen wir ein rechtwinkliges Axensystem in den Körper, so ergibt es sich leicht, daß eine Asymmetrie des Körpers in der Längsaxe vorhanden ist. Ebenso ist eine Asymmetrie in der Dorsoventralaxe vorhanden. Dagegen ist Symmetrie in der Queraxe gegeben.

Digitized by Google

Eine derartige Verschiedenheit der Axen ist im Tierreich zwar in sehr weiter Verbreitung ausgeprägt, aber doch nicht überall. Es kann Gleichmäßigkeit aller Axen vorhanden sein; oder nur eine der Axen hat ungleichwertige Pole, die beiden anderen sind gleichpolig und untereinander selbst gleich.

Man nennt die bei den Menschen, allen Wirbeltieren und vielen Wirbellosen, aber auch schon bei Pflanzenblättern sich ausprägende Körperform mit Häckel (Generelle Morphologie) die eudipleure Körperform, Typus der Eudipleuren, Homo-Form.

Die stereometrische Grundform ie gleichschenklige Pyramide, d. h. eine Pyramide, deren Basis ein gleichschenkliges Dreieck bildet. Bei dieser Grundform ist eben Asymmetrie in der Längsaxe, Asymmetrie in der einen, und Symmetrie in der anderen der beiden übrigen Axen vorhanden.

Bei diesem Typus der Eudipleuren besteht der Körper aus zwei Antimeren oder Parameren, welche aber nur symmetrisch gleich und nicht kongruent sind. Von den beiden Kreuzaxen ist nur die radiale gleichpolig, dagegen die interradiale ungleichpolig. Die erstere fällt mit der lateralen, die letztere mit der dorsoventralen Richtaxe zusammen. Durch die Medianebene wird der Körper in zwei symmetrisch gleiche Hälften zerlegt, ein rechtes und ein linkes Antimer. An beiden sind die Ansätze der rechten und linken Extremität gegeben. Durch die Lateral-Ebene wird der Körper in zwei ungleiche Teile zerlegt, einen Rückenteil und einen Bauchteil. An der ungleichpoligen Längsaxe ist der eine Pol der Mundpol, der andere der Gegenmundpol.

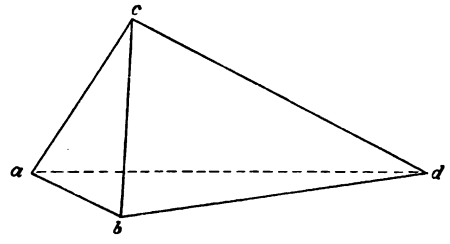


Fig. 219.

Gleichschenkelige Pyramide, welche auf der Seitenfläche *abd* liegt; Basis = *abc*; *ac* und *bc* die beiden gleichen Schenkel der Basis, *ab* der ungleiche Schenkel der Basis.

Die erwähnte Symmetrie ist etwas so Merkwürdiges, daß man, wie auch bei der Erwägung der Asymmetrien in der Längs- und Dorsoventralaxe, mit seinen Gedanken nicht so schnell darüber hinweggehen darf, sondern dabei lange verweilen muß. Man bedenke doch, zwei im wesentlichen gleich gestaltete und auch dem inneren Bau nach wesentlich gleich beschaffene und mit übereinstimmender Tätigkeit begabte Hälften sind in der Medianebene zu einem ganzen verbunden, dessen symmetrische Hälften zu einheitlichen Zielen zusammenwirken. Die Symmetrie ist allerdings keine vollkommene. Schon frühzeitig treten im Lauf der Entwicklung Asymmetrien auf, besonders im Gebiet der Eingeweide, so daß diese schließlich ungleich auf beide Körperhälften verteilt sind. Insofern hat man ein Recht, von einer dysdipleuren Form zu reden.

Geht man genauer auf die vorhandenen Asymmetrien ein, so wäre darüber noch viel Interessantes zu sagen möglich. Kein großer Abschnitt des erwachsenen Körpers ist, wie C. Hasse ausführlicher gezeigt hat, streng symmetrisch gebaut. Die Kopf-, Hals-, Brust-, Bauch-, und Beckenhälften sind ungleich, ungleich sind auch die rechte und linke, obere wie untere Extremität. Indessen werden uns diese Asymmetrien im einzelnen erst später zu beschäftigen haben. Der Hauptsache nach ist die bilaterale Symmetrie trotz vieler Ungleichheiten im einzelnen ja doch typisch.

Digitized by Google

Wie schon bemerkt worden ist, spricht sich in den Axensystemen des Körpers etwas von seinem Bauplan aus. Aber das Ganze des Bauplanes ist darin nicht enthalten.

Wird uns vielleicht die Untersuchung der Maßverhältnisse des Körpers und seiner einzelnen Teile den Bauplan genauer erkennen lassen?

Die Untersuchung der linearen, Flächen- und kubischen Maße des Körpers und seiner einzelnen Teile, ebenso die Untersuchung des Gewichtes des Körpers und seiner Teile bildet zwar eine ausgedehnte Aufgabe der Anatomie. Die Lehre von den Maßen ist nach zwei Seiten ausgebildet worden, für die Zwecke der

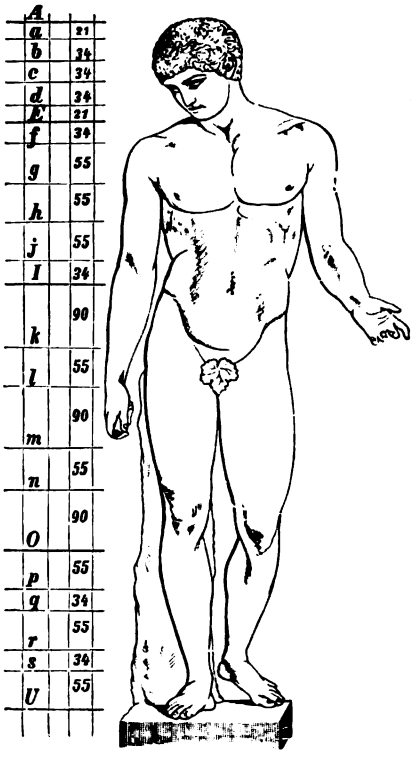


Fig. 220.
Antinous nach Zeising.

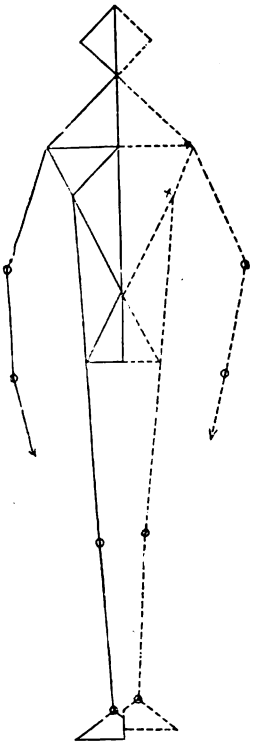


Fig. 221.
Proportionen des goldenen Schnittes.

Wissenschaft und für diejenigen der Kunst. So wichtig die Lehre von den Maßen, besonders die vergleichende Lehre dieser, für die genauere Kenntnis des Körpers und seiner Teile natürlicherweise auch ist, so führt sie uns in der Kenntnis des Bauplanes doch nicht weiter.

Um aber für die Lehre von den Maßen Interesse zu erwecken, so sei hierüber das Folgende ausgeführt.

Schon der römische Baumeister Vitruvius hat in Beurteilung der menschlichen Gestalt die Angabe gemacht, die Kopfhöhe sei in der ganzen Körperhöhe achtmal, die Fußlänge sechsmal enthalten.

Nach Schadow sind die Maße von Stamm und Gliedern meist ein Vielfaches von drei Zoll. Zunächst wiederholt sich seinen Messungen zufolge in allen Hauptabteilungen des Rumpfes das Maß der gesamten Kopfhöhe zu dreimal 3 = 9 Zoll.

Zeising seinerseits suchte zu beweisen, daß die Maßverhältnisse (Proportionen) der menschlichen Gestalt abhängen von einer beharrlichen, streng durchgeführten Teilung und Wiederteilung der ganzen Statur nach der Regel des „goldenen Schnittes". Der goldene Schnitt besteht bekanntlich

Digitized by Google

in der Zweiteilung der gegebenen Linie in dem Verhältnis, daß der kleinere Teil sich zu dem größeren verhält, wie dieser zum Ganzen.

C. G. Carus hat in seinem Werk, „Symbolik der menschlichen Gestalt" die Maßverhältnisse des Körpers auf die Länge des aus wahren Wirbeln zusammengesetzten Teils der Wirbelsäule bezogen. Die Wirbelsäule in dieser Abgrenzung ist ihm und anderen das Vorbild der gesamten Leibesgliederung. Ihre Länge teilt er in drei gleiche Teile; einen jeden solchen Teil erklärt er für ein „wirkliches, natürliches Grundmaß", für die organische Maßeinheit des menschlichen Körpers. Die gesamte Rückgratlänge des gesunden Neugeborenen entspricht dieser Maßeinheit, sie ist nach ihm als Modulus zu bezeichnen. Ein solcher Modulus hat 18 cm Länge. Die Gesamthöhe der männlichen Gestalt beträgt $9^1/_2$ Modulus; die Höhe des Kopfes ohne Unterkiefer = 1 Modulus; der Längsdurchmesser des Kopfes = 1 Md.; der Bogen des Unterkiefers mit seinen Ästen = 1 Md.; die Länge des Brustbeines = 1 Md.; die Länge vom Brustbein bis zum Nabel = 1 Md.; die Länge vom Nabel bis zum unteren Ende des Schambogens = 1 Md.; die halbe Schulterbreite längs des Schlüsselbeines = 1 Md.; die Länge des Schulterblattes = 1 Md.; vom Sitzknochen bis zum Darmbeinkamme = 1 Md.; von der Schamfuge bis zum Darmbeinkamme = 1 Md.; von einem Darmbeinstachel bis zum anderen = 1 Md. In entsprechender Weise stellt Carus an den Extremitäten seine Messungen an.

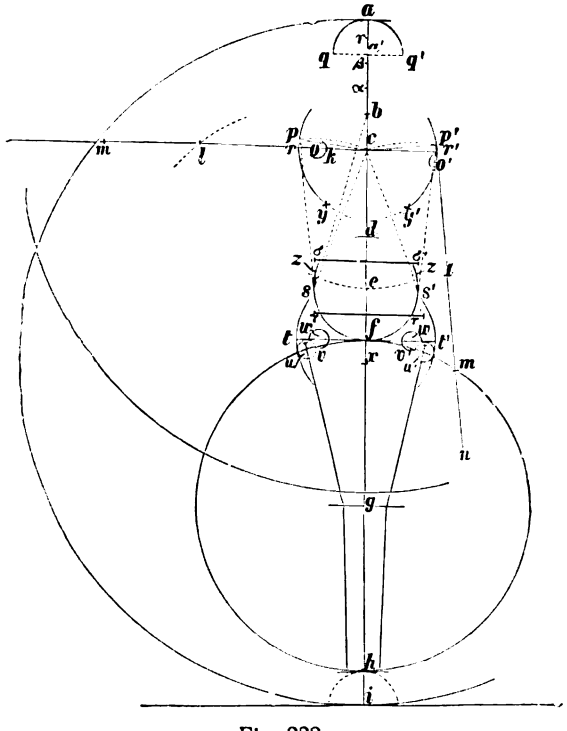


Fig. 222.
Liharzeks Proportionsschlüssel.

Man erkennt, Carus arbeitete nicht nur für den Künstler, sondern er glaubt als Naturforscher zu handeln und ist bestrebt der Wissenschaft zu dienen. In der Tat ist es interessant zu sehen, wie oft sein Modulus wiederkehrt, freilich auch als $1^1/_2$, $1^1/_3$ und $1^2/_3$ Modulus (bei den Extremitäten); nicht minder interessant ist es zu sehen, wie oft der Schadowsche Modulus von drei Zoll und 3 mal 3 Zoll wiederkehrt; wie auch die Regel des goldenen Schnittes in einer Reihe von Abmessungen sich bewahrheitet.

Einen neuen Kanon der menschlichen Gestalt gab Liharzek. Er fußt wesentlich auf der Lehre von C. Schmidt, daß eine rationelle Proportionslehre, welche für alle Stellungen des Körpers ihre Gültigkeit behalten soll, die Drehpunkte oder Bewegungsaxen der Gelenke als die natürlichen, in allen Stellungen unveränderlichen Grenzen der Körperteile aufsuchen muß; sie hat die Abstände dieser Grenzpunkte zu messen und aus den so gewonnenen Maßen das System zu konstruieren.

G. Fritsch, (Zeitschrift f. Ethnologie, 1895. Hieraus die Figg. 220 und 221) äußert sich zur Proportionslehre wie folgt: „Der geniale Gedanke Schmidts beruht in dem Umstande, daß in dem nach obigen Angaben entworfenen Gerüst des Rumpfes auch die Proportionsverhältnisse der Gliedmaßen enthalten sind, gleichsam als wären sie demselben noch angedrückt wie im Mutterleibe, wenn auch nicht in der natürlichen Haltung. Auch hier ist wieder zu bemerken, daß, abgesehen von dieser embryologischen Beziehung, das Auftreten der Gliedmaßenlängen in dem Rumpfgerüst als zufällig, die Übertragung in die Wirklichkeit als willkürlich bezeichnet werden könnte, und doch wäre der praktische Vorteil des Systems, eine Unterlage für weitere Vergleichungen zu schaffen, vollkommen erreicht. Der Autor hat in betreff der Gliederung den embryologischen Gesichtspunkt gar nicht betont, vielleicht leitet ihn dabei nur ein gewisser naturwissenschaftlicher Instinkt; sehr merkwürdigerweise ist er demselben aber sogar weiter gefolgt, als die Beobachtung rechtfertigt. Dies gilt speziell in betreff der viel umkämpften Beinlängen, die Schmidt auch unrichtig auffaßte.

Digitized by Google

Nach seiner Angabe liest man die Größe des Ober- und Unterschenkels aus dem Proportionsschlüssel so ab, als hätte der Mensch, wie bei der normalen embryonalen Stellung, die Beine an den Leib gezogen; es ist nach ihm die Verbindung des Brustwarzenpunktes zum Schenkelpunkte derselben Seite für den Oberschenkel, — die Verbindung von demselben Punkte zum Schenkelpunkte der anderen Seite, also die längere, für den Unterschenkel zu nehmen. Wenn man bedenkt, daß Schmidt dabei vom Schenkelkopfe zur Mitte des Knies und in gleicher Weise von der Mitte des Knies zum Fußgelenk mißt, also tatsächlich die Ober- und Unterschenkelknochen in Rechnung stellt, so ist es anatomisch unter normalen Verhältnissen unmöglich, daß der Unterschenkel den Oberschenkel an Länge übertrifft; wahrscheinlich kommt dies selbst unter ganz abweichend gebauten Rassen nicht vor, und es ist daher notwendig, die Längen für den Ober- und Unterschenkel am Schmidtschen Schema zu vertauschen, um zu brauchbaren Werten zu gelangen. — Ähnlich wie die untere Extremität, lehnt sich auch die obere an das Rumpfgerüst an. Hier ist aber der Vergleich mit einer normalen Haltung des Gliedes ausgeschlossen. Schulterpunkt zum Brustwarzenpunkt der anderen Seite gibt den Oberarm, Brustwarzenpunkt zum Nabelpunkt den Unterarm, Nabelpunkt zum Schenkelpunkt die Handlänge. Zufällig oder nicht, man wird finden, daß die Maße in der Natur ganz auffallend häufig zutreffen, und man kann demnach schon jetzt als erwiesen annehmen, daß die Vorderextremität bei weitem nicht in so hohem Maße der speziellen Anpassung unterliegt, wie die hintere. — Stellt man an einer Figur möglichst genau das Grundmaß (unterer Nasenrand zum oberen Rande des Schambeinbogens) fest und entwirft danach das Gerüst des Körpers in der angegebenen Weise, indem man die Liniierungen nur auf einer Seite wirklich ausführt, so kann man die andere Seite nach den direkten Messungen durch punktierte Linien anlegen und erhält so ein übersichtliches Bild von dem Soll und Haben der Figuren, d. h. die theoretisch verlangten und die tatsächlich vorhandenen Proportionen. Zur Erleichterung der Vergleichung kann man auf der punktierten, gemessenen Seite die drei auslaufenden symmetrischen Punkte der theoretischen Konstruktion durch isolierte Kreuze markieren."

Wenn auch nach Michelangelos großem Wort der Künstler den Zirkel im Auge haben muß, so beweist doch zugleich gerade dieser Ausspruch die Wichtigkeit der Maße; und es ist ganz naturgemäß, das selbst die bedeutendsten Künstler, unter ihnen Michelangelo, es nicht verschmäht haben, über die Größenverhältnisse des Körpers eingehende Untersuchungen anzustellen. Hier sind besonders Lionardo da Vinci und Albrecht Dürer zu erwähnen.

Lange bevor die wissenschaftliche Messung in der Anatomie in Übung kam, haben die Künstler uns gelehrt, die Maße zu schätzen. In der Gegenwart freilich haben die wissenschaftlichen Messungen am Körper und seinen Teilen eine Ausdehnung erreicht und in ihren Methoden eine Verfeinerung erfahren, wie es kaum zu erwarten war, aber wie es dem wissenschaftlichen Bedürfnis ganz entspricht. Man darf indessen nicht glauben, diese Messungen hätten ihr Endziel bereits erreicht. Wenn wir unseren Blick auf die verschiedenen Rassen und ihre Unterabteilungen richten, auf die Geschlechts- und Altersunterschiede und die Vergleichung mit den näherstehenden Tieren, so ist hier noch eine sehr bedeutende Arbeit erforderlich, bis an ein Ende gedacht werden kann.

Wenn man nun im Anschluß an das Angegebene versuchen wollte, den Bauplan des Körpers zu entwerfen, so würde der Versuch vielleicht ähnlich ausfallen, wie in nebenstehender Figur 223 angedeutet ist. Eine Vertikale wird gekreuzt von zwei Horizontalen, an deren Enden neue Vertikalen herabfallen. Ist hier nicht unverkennbar etwas gegeben, was jedermann mit dem menschlichen Typus in Verbindung bringen wird?

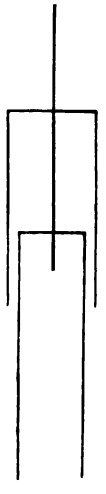


Fig. 223.

Ist nun aber in diesem System gerader Linien der Bauplan des Körpers wirklich enthalten? „Der Hauptsache nach, ja!" So haben vor Zeiten viele gedacht und glauben es heute ebenfalls noch viele. In Wirklichkeit aber ist in dieser Konstruktion kaum eine äußerliche Spur des Bauplanes des Körpers niedergelegt.

Digitized by Google

Um diesen kennen zu lernen, müssen wir uns nach zwei Gebieten umsehen, von welchen allein hier die Hilfe kommt. Der menschliche Körper steht viel zu hoch auf der Stufenleiter der lebenden Wesen, als daß an ihm selbst dieser Bauplan ohne weiteres offenbar werden könnte. Selbst die gewaltigsten Bauwerke, welche der Mensch aufgeführt hat, haben nicht den Wert eines Samenkornes gegenüber der Leistung, welche die Natur im Menschen offenbart hat. Nicht allein im Menschen, sondern in jedem lebenden Wesen. Wie sollte also von der Betrachtung des Menschen allein die Hilfe kommen? Diejenigen Gebiete aber, von welchen sie kommen kann, sind die vergleichende Anatomie und die Entwicklungsgeschichte.

Der Weg der vergleichenden Anatomie ist lang, aber sicher. Nicht minder lang und nicht minder aussichtsvoll, einer die Ergänzung des anderen, ist der Weg der Entwicklungsgeschichte.

Wir werden den letzteren einschlagen, indem wir auf den anderen verweisen. Aber es ist einleuchtend, daß, gleichsam im Fluge, nur einige Stationen berücksichtigt werden können.

Das befruchtete Ei, es sei dasjenige des Amphioxus[1]) jenes Tieres, dessen von A. Kowalewsky zuerst untersuchte Entwicklungsgeschichte diejenige der Wirbeltiere erst dem Verständnis erschloß, hat dabei unseren Ausgangspunkt zu bilden[2]). Das befruchtete Ei hat zunächst die Furchung durchzumachen, d. h. jene gesetzmäßige und wunderbare Reihe von Teilungen, welche die aus Konjugation hervorgegangene eine Zelle in eine Schar von Zellen bestimmten Wertes zerlegt.

Die aus der Furchung hervorgegangene und immer weiteren Teilungen unterliegende Zellenmasse hat zu einer gewissen Zeit die Form einer einschichtigen Hohlkugel angenommen, wie Fig. 224 sie im Durchschnitt darstellt. Die umschlossene, flüssigkeiterfüllte Höhle ist die Furchungshöhle, oder die primäre Leibeshöhle, das primäre Cölom, welches seiner Funktion gemäß oben als Urlymphraum Erwähnung gefunden hat. Man nennt dieses Stadium das der Blastula, der Keimblase. Alle Zellen sind in Form eines schönen Epithels in einfacher Schicht aufgereiht. Die Trennungslinien der Zellen stehen senkrecht zur Oberfläche.

Die Blastula zeigt deutliche Ungleichheit zweier Hälften, und dem entsprechend zwei Pole, einen animalen, einen vegetativen. Um letzteren stehen größere, dunkler körnige Zellen.

In einem späteren Stadium hat das junge Individuum die Form der Fig. 225, welche den wirklichen oder den optischen Medianschnitt des ganzen Gebildes darstellt. Das Gebiet der um den vegetativen Pol gelegenen Zellen hat sich unter fortgehenden Wachstumserscheinungen und Aufsaugung der Binnenflüssigkeit in die obere Hälfte eingestülpt. Aus der Blastula ist die Gastrula geworden. Das primäre Cölom ist verschwunden, eine zweiblättrige Blase liegt vor, deren Einstülpungsöffnung den Namen Urmund, Prostoma, Blastoporus, führt. Die von beiden Blättern umschlossene Höhle ist die Urdarmhöhle. Die äußere Zellenschicht führt den Namen äußeres Keimblatt, die innere, aus größeren Zellen bestehende: inneres Keimblatt Außer diesen beiden Epithelblättern, welche am Urmundrand ineinander übergehen, ist nichts vorhanden; aus ihnen gehen alle künftigen Gewebe und Organe hervor.

Diese beiden Blätter kehren bei allen Metazoen wieder, wenn auch in verschiedenartiger Gestaltung. Es spricht sich in ihnen die erste große Arbeitsteilung aus, indem sie verschiedene Funktionen übernommen haben. Man nennt sie daher mit einem Ausdrucke von Baers die Ur- oder Primitivorgane des tierischen Körpers.

Das äußere Keimblatt (Ektoblast, Epiblast) bildet nicht allein die Körperhülle, sondern dient auch als Organ der Empfindung. Wenn sich Flimmerhärchen an der Außenfläche seiner Zellen entwickeln, wie bei dem Amphioxus, übernimmt es auch die Fortbewegung.

---

[1]) Amphioxus selbst ist vielleicht keine Wirbeltierform, sondern ist der Vertreter einer den Vertebraten gleichwertigen Chordoniergruppe. — Ch. S. Minot, Cephalic Homologies. A Contribution to the determination of the ancestry of Vertebrates. The American Naturalist, 31. Bd., 1897.

[2]) A. Kowalewsky, Entwicklungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus. Mémoires de l'Academie impériale des Sc. de St. Petersburg, 11. Bd., 1867.

Digitized by Google

Das innere Keimblatt (Entoblast, Hypoblast) kleidet die Urdarmhöhle aus und übernimmt später die Aufnahme und Verarbeitung der Nahrung.

Aus dem Ektoblast wird die Epidermis mit ihren besonderen Gebilden hervorgehen, wichtige Teile der Sinnesorgane, das Nervensystem. Der Entoblast wird alle übrigen Körperteile zu liefern haben: den Darm mit seinen Drüsen, die Leibeshöhle, die Muskulatur, Bindesubstanz, Exkretionsorgane, Keimdrüsen.

Der weitere Verlauf der Entwicklung ist folgender: Die Gastrula schreitet, um den kurzen und treffenden Ausdruck von Jäger zu gebrauchen, zur Stufe der Neurula vor. Letztere ist, wie der Name ausdrückt, gekennzeichnet durch die Anlage des zentralen Nervensystems, aber auch der Leibessäcke und der Chorda dorsalis. Die Umwandlung geschieht in folgender Weise.

Die Gastrula streckt sich in die Länge, der Urmund wendet sich ein wenig gegen die spätere Rückenfläche des Embryo empor. Die Rückenfläche plattet sich darauf etwas ab, die Zellen dieses Gebietes werden höher und bilden die Medullar- oder Nervenplatte, die Anlage des Nervensystems. Der Urdarm macht unterdessen merkwürdige Veränderungen durch. Er treibt an seiner Decke seitlich von der Medianebene zwei symmetrisch gelegene, epitheliale Säcke aus, deren Höhlung einen Teil der Urdarmhöhle einschließt, ebenso wie die Wand der beiden Säcke aus einem Teil der Urdarmwand besteht.

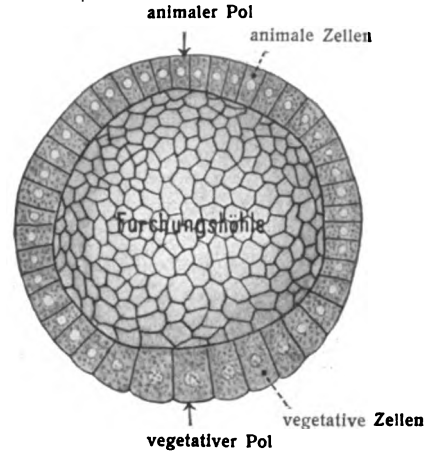


Fig. 224.
Keimblase des Amphioxus lanceolatus.
(Nach Hatschek.)

Ein Querschnitt durch eine Larve des Neurula-Stadiums ergibt daher das Bild der Fig. 226.

Die zwischen dem Eingang in die Leibessäcke gelegene Strecke der Urdarmdecke (zwischen beiden Sternen gelegen) ist die Anlage der Chorda dorsalis, der Rückensaite, des primitiven Axenskelets. Man kann nun entweder die Substanz der beiden Leibessäcke allein, oder sie in Verbindung mit der Chordaplatte als Anlage des mittleren Keimblattes, des Mesoblast, bezeichnen. Alle zusammen gehen aus der Wand des Urdarms hervor. Der große, übrigbleibende

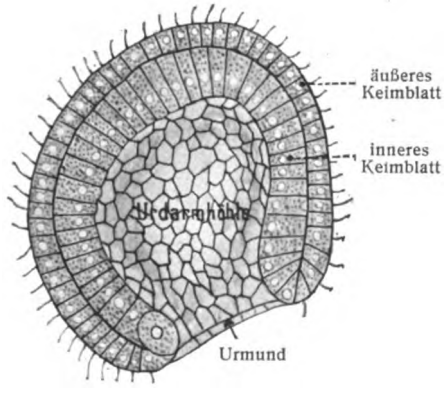


Fig. 225.

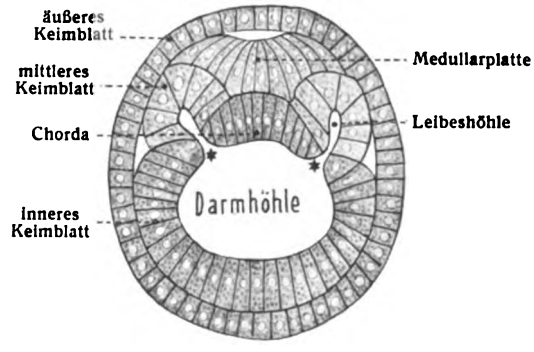


Fig. 226.

Fig. 225. **Gastrula des Amphioxus lanceolatus.** (Nach Hatschek.)

Fig. 226. **Querschnitt von einem Amphioxus-Embryo,** an welchem das fünfte Ursegment in Bildung begriffen ist. (Nach Hatschek.)

Teil des Urdarmes ist nunmehr der bleibende Darm. Seine Wand ist das Darmdrüsenblatt, Entoderma.

Die sich anschließenden Entwicklungsvorgänge zielen darauf hin, die Leibessäcke, die Chorda dorsalis, die Darmwand voneinander zu sondern und auch die Medullarplatte zu einem Rohr zu gestalten.

Wie Fig. 227 zeigt, schnüren sich zuerst die Leibessäcke ab. Aber sie schnüren sich nicht nur ab, sondern gehen alsbald noch anderweitige wichtige Gliederungen ein.

Digitized by Google

Die Chordaanlage, jetzt mit dem Darmepithel unmittelbar zusammenhängend und rinnenförmig gestaltet, trennt sich vom Darmepithel, so daß letzteres zu einem geschlossenen Rohr und die Chorda dorsalis zu einem ebenfalls als Rohr zu beurteilenden Stab sich umgestaltet, wie Fig. 228 veranschaulicht.

Auch die Medullarplatte hat sich unterdessen zu einem Rohr umgewandelt, indem ihre Seitenränder sich erhoben und miteinander verbunden haben.

Am hinteren Ende des Neuralrohres sind schon frühzeitig höchst wichtige Erscheinungen zutage getreten. Anstatt dieselben bei dem Amphioxus-Embryo zu verfolgen, welcher hierin gewisse Besonderheiten darbietet, wenden wir uns zu Embryonen von Batrachiern.

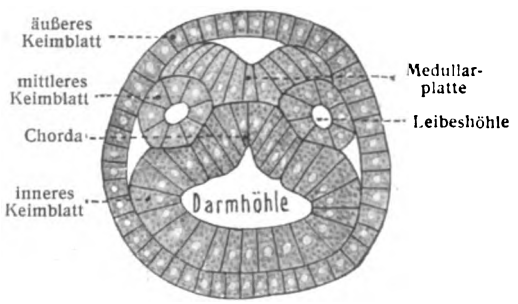


Fig. 227.

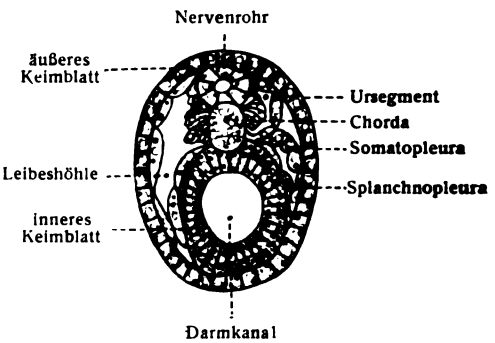


Fig. 228.

Fig. 227. **Querschnitt** durch einen **Amphioxus-Embryo** mit fünf wohlausgebildeten Ursegmenten. (Nach Hatschek.)
Fig. 228. **Querschnitt** durch die Mitte des Körpers eines **Amphioxus-Embryo** mit elf Ursegmenten. (Nach Hatschek.)

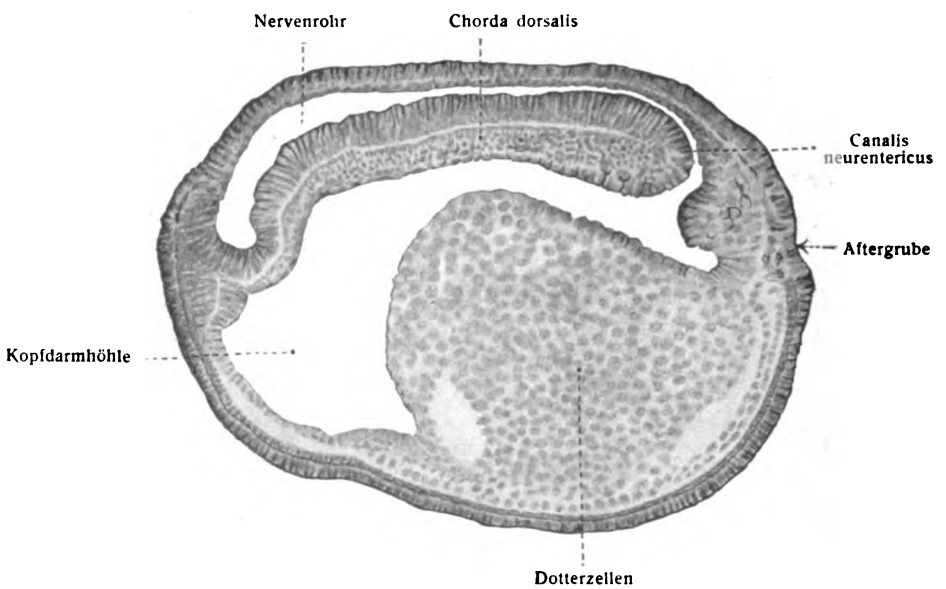


Fig. 229.

Canalis neurentericus bei einem Embryo von Bufo vulgaris mit einem bis zwei Ursegmenten. 50:1.

Ein Längsschnitt durch einen Kröten-Embryo auf der Neurula-Stufe (Fig. 229) zeigt uns das kurz vorher geschlossene Neuralrohr. Es hat über sich einen Teil des epidermalen Rohres, unter sich die epitheliale Decke des Darmrohres und ist bereits allseitig von Teilen des mittleren Keimblattes umgeben. Hierbei hat das zwischen dem Neural- und Darmrohr gelegene Stück des mittleren Keimblattes zum großen Teil als Anlage der Chorda dorsalis zu gelten. Das Neuralrohr verbindet sich in der Gegend des Urmundes mit dem Darmrohr. Neural- und Darmrohr miteinander in Zusammenhang gebracht, stellen aber eine U-förmig gebogene Röhre mit zwei Schenkeln dar, deren einer dem Neural-, der andere dem Darmrohr angehört. Den Verbindungsgang zwischen beiden

Digitized by Google

nennt man Canalis neurentericus. Der Canalis neurentericus ist eine Erscheinung, welche vom Amphioxus hinauf bis zum Menschen vorhanden ist.

Fassen wir zusammen, so sehen wir jetzt folgende epitheliale röhrenförmige Gebilde vor uns, in welche das Zellenmaterial des ganzen Embryo sich gegliedert hat:

1. Das epidermale Rohr; 2. Das Medullar- oder Neuralrohr mit dem Canalis neurentericus; 3. Das Darm- oder Gastralrohr; 4. und 5. zwei seitliche Nebenröhren, die Leibessäcke, das sekundäre Cölom umschließend; 6. ein dorsales Nebenrohr, die Rückensaite oder Chorda dorsalis.

Man erkennt, daß diese Anlage außerordentlich weit von dem Liniensystem der Fig. 223 entfernt ist. Aber sie enthält bereits die Hauptgrundlage des Bauplanes der Wirbeltiere und des Menschen. Auch am fertigen Menschen vermag der Kenner diese Grundlage durch alle späteren Umgestaltungen hindurch zu erblicken. Sie enthält ferner die weitgehendsten Beziehungen zu den Bauplänen der ungeheueren Welt der Wirbellosen.

Übrigens haben vorerst die ferneren Schicksale der beiden Leibessäcke unsere volle Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen: Die beiden seitlichen Nebenröhren oder Leibessäcke zerfallen nämlich in der Richtung von vorn nach hinten allmählich in eine Reihe von Stücken, welche den Namen Ursegmente erhalten haben.

Von diesem für die Kenntnis des Bauplanes so bedeutungsvollen Vorgange gibt Fig. 230 eine deutliche Anschauung. Auf der vorliegenden Stufe sind nur wenige Paare von Ursegmenten vorhanden. Bei einer Amphioxus-Larve von 24 Stunden ist ihre Anzahl bereits auf 17 Paare gestiegen, indem im hinteren Leibesteil immer neue zur Abgliederung gelangen, bis endlich die volle Anzahl erreicht ist.

Jedes Ursegment ist dem angegebenen und der Figur entsprechend ein epitheliales, von einem einschichtigen Epithel gebildetes Bläschen. An der inneren Wand eines jeden von ihnen hängt anfangs die Ursegmenthöhle noch zusammen mit dem Darmraum. Doch schließen sich der Reihe nach endlich alle diese Öffnungen, indem ihre Ränder zusammenwachsen.

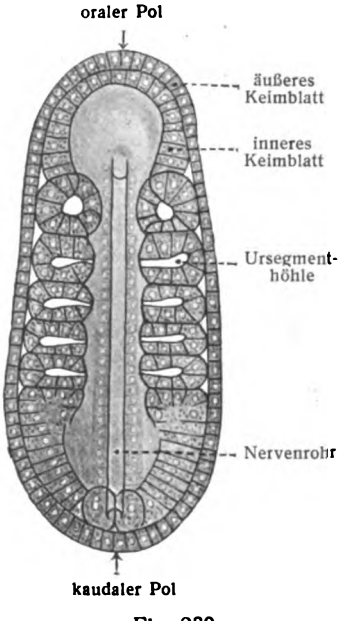


Fig. 230.

Amphioxus-Embryo mit fünf Paar Ursegmenten im optischen Durchschnitt. (Nach Hatschek.)
Vom Rücken gesehen. Die Öffnungen der Ursegmenthöhlen in die Darmhöhle, welche bei tieferer Einstellung zu sehen sind, erscheinen angedeutet.

Auf einer so geringen Größe, wie sie unmittelbar nach ihrer Anlage gegeben ist, beharren aber die Ursegmente keineswegs, sondern sie haben noch ein sehr bedeutendes Wachstum und eine Fülle von Aufgaben vor sich. Enthalten sie doch neben vielem anderen auch Keime der künftigen Generation. Zunächst wachsen sie dorsal- und ventralwärts aus. Dorsalwärts erheben sie sich an den Seiten des Neuralrohres und dringen zwischen ihm und dem epidermalen Rohr gegen die Mittellinie vor, ohne sie zu erreichen. Ventralwärts dringen sie zwischen dem bleibenden Darm und dem epidermalen Rohr ebenfalls gegen die Mittellinie vor (Fig. 227), um diese endlich zu erreichen und zusammenzufließen, so daß die Leibeshöhle der einen Seite mit derjenigen der anderen in unmittelbarer Verbindung steht. Fig. 228.

Die dem Neuralrohr, der Chorda dorsalis und dem Darmrohr anliegende Platte des Ursegmentes stellt die innere oder mediale Lamelle des Mesoblast dar; die dem epidermalen Rohr anliegende heißt äußere oder laterale Lamelle.

Auf einem alsbald sich anschließenden Stadium zerfällt jedes Ursegment durch eine horizontale Einfaltung in zwei Teile, einen dorsalen und einen ventralen, wie in Fig. 228 auf der rechten Seite dargestellt ist. Wie also die Ursegmente aus den Leibessäcken durch senkrecht auf die Längsaxe gerichtete Einfaltungen entstanden sind, so zerlegt nun eine horizontale, der Längsaxe parallele Einfaltung jedes Ursegment in zwei Stücke. Das dorsale Stück ist hiermit zum sekun-

Digitized by Google

dären Ursegmente, zum Somiten geworden (von σῶμα). Die ventralen Stücke einer Körperseite unterscheiden sich von den dorsalen in der Folge dadurch, daß erstere alsbald untereinander wieder zusammentreten und verschmelzen. Die trennenden Zwischenwände verschwinden bei dieser Verschmelzung. So kommt jederseits wieder eine epitheliale Tasche von großer Längsausdehnung zustande: die Leibeshöhle im engeren Sinne, das Hypocölom, wie dieser Teil der gesamten Leibeshöhle durch van Wijhe passend genannt worden ist (Splanchnocoel, Hatschek). Die in den Somiten gelegenen Höhlen stellen demgemäß das Epicölom (Myocoel, Hatschek) dar.

Die innere oder mediale Lamelle des Hypocölom-Sackes führt den Namen der visceralen Lamelle oder kurz Splanchnopleura; die äußere oder laterale Lamelle heißt parietale Lamelle oder Somatopleura.

Aus den Somiten, welche man auch häufig Urwirbel nennt, gehen Muskulatur und Bindesubstanz hervor.

Die epithelialen Wände des Hypocöloms liefern ebenfalls einen Teil der Muskulatur und der Bindesubstanz, aber auch das bleibende Epithel der Leibeshöhle, die Exkretionsorgane und die Keimdrüsen.

Die Ausgestaltung der verschiedenartigen Anlagen zu den fertigen Organen wird uns jedoch erst bei der Untersuchung der einzelnen Körpersysteme weiter zu beschäftigen haben.

So verhält es sich mit dem Bauplan des Stammes. Wie verhalten sich zu ihm die Extremitäten? Die Extremitäten gehören nicht notwendig zum Begriff des Wirbeltieres, denn es gibt Wirbeltiere ohne solche. Wo aber Extremitäten vorhanden sind, gehen sie hervor aus einer symmetrisch gelegenen Längsfalte der ventralen Wand des Stammes. Anfänglich nur eine Hautfalte, aus Epidermis und nachrückender Bindesubstanz bestehend, wächst diese Hautfalte an vier Stellen bedeutend vor und nimmt Muskelknospen von den Somiten auf. Insofern steht das Epicölom mit der Extremitätenanlage in Beziehung. Weder das Hypocölom, noch das Darm-, noch das Neuralrohr jedoch beteiligen sich an der Anlage der Extremitäten.

Man erkennt hieraus, welch eine verhältnismäßig geringe Rolle im Bauplan des Wirbeltierkörpers die Extremitäten spielen. Man könnte sie fast außer Betracht lassen und hätte doch das Wesentliche des Bauplanes verstanden. Umgekehrt spielen in der Kunst die Extremitäten eine außerordentlich große Rolle. Aber auch für die Zwecke der Kunst und der Ausbildung eines naturwissenschaftlich erträglichen Kanons der menschlichen Gestalt wird der wirkliche Bauplan und das Verhältnis der Extremitäten zu ihm künftig immer den Ausgangspunkt zu bilden haben.

Folglich haben für die Herstellung eines Kanons sämtliche Abmessungen erst am Stamm des Körpers der verschiedenen Altersstufen, Geschlechter, Rassen und (mit Bezug auf Tiere) der Arten zu geschehen. Dann sind die Abmessungen an den Extremitäten vorzunehmen und ihre Ansätze an dem Stamm zu bestimmen. Die großen Gelenkstellen können im Gebiet der Extremitäten sehr wohl Verwendung finden. Nicht vorgefaßte Meinungen haben dabei den Zirkel zu führen, sondern einzig das vorher gewonnene Verständnis des zu messenden Körpers.

Wenn man auch die Entwicklungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus sehr wohl zur Grundlage einer Betrachtung des Bauplans auswählen kann, so soll damit nicht vergessen sein, daß die Entwicklungsgeschichte der höheren Wirbeltiere und des Menschen viele und zum Teil ansehnliche Unterschiede zeigt. Alle diese Unterschiede aber, so groß sie auch sein mögen, beziehen sich nicht auf die Grundzüge des Bauplanes, welche bei allen Wirbeltieren und ebenso bei dem Menschen wiederkehren. Die Natur schlägt bei dieser Entwicklung keinen neuen Weg ein, sondern folgt einem bereits von ihr zunächst bei den Säugetieren

Digitized by Google

betretenen. Auf dieser Bahn bringt sie das Ganze des Menschen und seine einzelnen Organe zu denjenigen Stufen und Formen der Vollendung, wie sie das Wesen des Menschen bilden.

Über die Verschiedenheit der Entwicklung der höheren Wirbeltiere wolle man die Lehrbücher der Entwicklungsgeschichte einsehen.

Wohl aber muß es zweckmäßig erscheinen, die Lage des aus einem Teil der Bindesubstanz hervorgegangenen Skeletsystems und dessen Verwendung im Bauplan des Körpers der höheren Wirbeltiere und des Menschen schon jetzt zu untersuchen, bevor noch das Skeletsystem im einzelnen betrachtet worden ist. Könnte man doch der Meinung sein, und ist man auch in der Tat häufig jetzt noch der Meinung, daß im Skelet sich die Architektur des Ganzen am reinsten aussprechen müsse. Aus welchem Grunde die Architektur des Skelets die des Körpers so rein widerspiegeln müsse, ja sogar allein enthalten müsse, das ist allerdings nicht von vornherein klar. Man denkt dabei im geheimen an die Festigkeit des Skelets, welches als Träger und Hebelapparat den übrigen Organsystemen zur Stütze dient. Allein es liegt sogleich auf der Hand, daß zwar gewisse Beziehungen zum Bauplan vorhanden sein müssen, im übrigen aber weitgehende Unterschiede vorliegen können, ohne daß das Skelet seiner Aufgabe untreu wird.

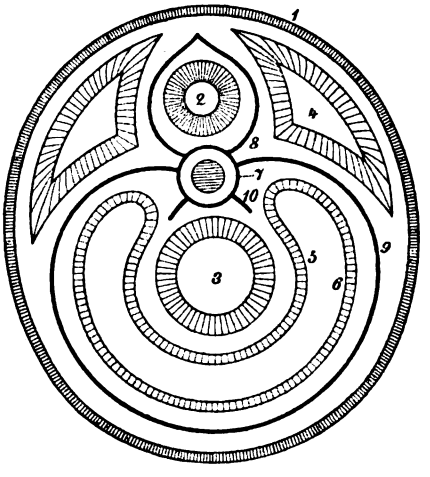


Fig. 231.

Lage des Skelets im Bauplan.

Die Lage des Skelets im Bauplan ist, auf einem Querschnitt des Rumpfes betrachtet, in Fig. 231 wiedergegeben. Die Ziffern 7, 8, 9 und 10 weisen auf das Skelet hin.

1 zeigt das epidermale Rohr; 2 das Neuralrohr mit dem Zentralkanal; 3 das Darmrohr mit seinem Epithel; 4 ein Somit (sekundäres Ursegment) mit der Somithöhle; 5 die Splanchnopleura (viscerales Blatt des Mesoderms); 6 die Somatopleura (parietales Blatt des Mesoderms), zwischen 5 und 6 die Leibeshöhle im engeren Sinne (Hypocölom); 7 zeigt auf den Wirbelkörper; von ihm umschlossen ist der Querschnitt der Chorda dorsalis sichtbar; 8 stellt die eine Hälfte des neuralen Wirbelbogens dar; 9 eine Rippe; 10 einen visceralen Knochen.

Es gibt hiernach Skeletstücke, welche anstatt wie die Rippe den Weg um die Somatopleura zu nehmen, ihre Lage zwischen dem Darm und der Splanchnopleura haben; z. B. das Zungenbein.

Das Skelet besteht folglich aus einem Zentralteil, welcher der Reihenfolge der Somiten entsprechend sich in hintereinander aufgereihte Stücke, Folgestücke, Metameren, gegliedert hat. Dies sind die Wirbelkörper oder die ihnen entsprechenden Teile des Schädels.

Ihnen sind dorsale Bögen angefügt, welche dieselbe Metameren-Gliederung zeigen und zwischen den Somiten (oder ihren Resten) und dem Neuralrohr liegen.

Zu ihnen gesellen sich die Rippen. Diese sind ventrale Spangen, welche einen sonderbaren Weg einschlagen. Sie greifen nämlich in ihrem Zuge von der

Digitized by Google

Seite der Wirbelkörper nach der vorderen Längsmitte zwischen den Somiten und dem Hypocölom, dem bleibenden Teil der Leibeshöhle, durch. Dabei ist zu bedenken, daß die Somitenhöhle und die Substanz der Somiten ursprünglich im Zusammenhang waren mit dem Hypocölom und dessen Wand.

Nimmt man noch die eigentlichen Visceralknochen (Zungenbein mit den übrigen Skeletstücken der Visceralbögen) hinzu und vergleicht jetzt den Bauplan des Skelets mit dem des Gesamtkörpers, so ergibt sich, um wie vieles ersteres einfacher gestaltet ist, als letzterer. Von einer reinen Widerspiegelung kann also keine Rede sein.

Einen ähnlichen Verlauf, wie die dorsalen, ventralen und visceralen Bögen des Skelets, nehmen die segmentalen peripheren Gefäße und Nerven, so daß auch deren Lage im Bauplan hiermit bekannt geworden ist.

Guldberg, G. A., Etudes sur la dyssymmetrie morphologique et fonctionelle chez l'homme et les vertébrés supérieurs, Christiania, 1897. — Reh, L., Asymmetrie und Symmetrie im Tierreiche. Biolog. Zentralbl., 19 Bd., 1899.

2. Geschlechtliche Verschiedenheiten des Körpers.

Die Menschen sind nach dem Alter, dem Individuum, der Rasse und ihren Unterabteilungen, aber auch nach der Zeit (die vor Jahrtausenden am Leben gewesen, sind nicht als identisch mit den Menschen der Gegenwart zu betrachten) voneinander in bestimmter Weise verschieden; dies ist leicht einzusehen und zu begreifen. Ganz anders verhält es sich mit jener Verschiedenheit, welche als Geschlechtsverschiedenheit bezeichnet wird; das ist die merkwürdigste von allen. Sie wäre völlig unverständlich, wenn der Mensch eine ganz isolierte Stellung einnehmen und keinerlei wesenhafte Beziehungen zu der übrigen lebenden Welt der Erde besitzen würde. Aber im Pflanzen- und Tierreich sind auch in dieser Hinsicht die wichtigsten Anknüpfungspunkte vorhanden. Bis zu den Protisten hinab muß der Weg gehen, um Erfahrungen zu sammeln. An der Untersuchung der verschiedensten Vermehrungsarten muß sich der Blick geschärft haben, wenn er in der Frage des Geschlechts nicht im Dunkel verharren, sondern sehen lernen will.

Was ist der Mensch als solcher, ohne Geschlechtsmerkmale? Wie sieht nicht der Mann, nicht das Weib aus, sondern der Mensch? Wir kennen den Menschen für sich allein gar nicht und nehmen wahr, daß er nicht in einer, sondern in zwei Formen auftritt, in einer weiblichen und in einer männlichen, gleich den meisten Tieren. Wenn wir dem Weibe die weiblichen, dem Manne die männlichen Merkmale wegnehmen, erscheint alsdann der reine Mensch? Wenn wir das Soma, den Personalteil des Individuum, von dem koordinierten Germinalteil desselben in frühester Entwicklungszeit befreien könnten, würde alsdann der reine Mensch zur Ausbildung gelangen? Es wäre das reine Soma ohne sekundäre Geschlechtscharaktere und würde einem Mittelwesen zwischen männlicher und weiblicher Körperform ähnlich sein. Das reine ungeschlechtliche Soma aber würde ebenso wenig fruchtbar sein, wie das mit sekundärem Geschlechtsmerkmal versehene. Der Untergang der Art wäre mit ihm besiegelt. Wenn also Fortpflanzung vorhanden sein soll, so muß auch der die Fortpflanzung übernehmende Apparat in irgendeiner Form vorhanden sein. Gesetzt der Fall, ein Individuum, nicht ein Paar solcher, genüge für das Werk der Fortpflanzung, so würde dieses Individuum

Digitized by Google

gerade bei den Säugetieren vorwiegend weibliche Merkmale besitzen müssen. Die nichteinheitliche Form des Menschen ist die eine Seite der Frage. Die andere geht nach dem Sinn der ganzen Einrichtung.

Fig. 232.
Beispiel eines wohlgebildeten männlichen Körpers.
(Aufnahme nach der Natur.)

Hierfür ist erforderlich, zuerst die geschlechtlichen Verschiedenheiten der menschlichen Form kennen zu lernen, wobei die Geschlechtswerkzeuge selbst

Digitized by Google

natürlich in erster Linie stehen müssen. Die Keimdrüsen sowie die Geschlechtswerkzeuge treten anfänglich bei beiden Geschlechtern in übereinstimmender Form auf, um sodann verschiedene Wege einzuschlagen. Auf der Verschiedenheit der Geschlechtsorgane beruhen die primären Geschlechtsunterschiede. Von den sekundären Geschlechtsunterschieden (Figg. 232, 233) aber ist das Folgende zu sagen.

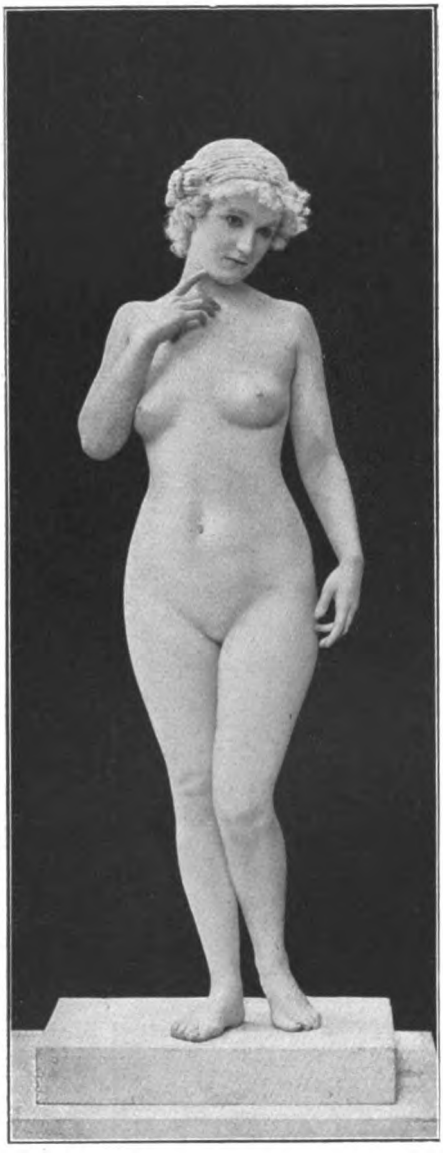


Fig. 233.

Beispiel eines wohlgebildeten weiblichen Körpers. (Frl. Olga Desmond. Aufnahme nach der Natur.)

Im allgemeinen ist der männliche Körper kräftiger entwickelt und größer, die Muskulatur und das Knochengerüst machen sich äußerlich stärker bemerklich. Das Weib dagegen ist gewöhnlich kleiner, schwächer gebaut, seine Formen sind mehr abgerundet, indem die Muskulatur und das Knochengerüst, an sich schwächer, durch stärker entwickelte Fettpolster mehr verhüllt werden.

Wie der ganze Körper, so ist auch der Kopf des Weibes in der Regel kleiner als der des Mannes. Der Schädelraum ist geringer, die Stirn gewöhnlich niedriger und in rascher Biegung vom oberen Teil des Schädelgewölbes abfallend, in der Gesamtform dem kindlichen Kopf ähnlicher. Die männliche Stirn dagegen ist mächtiger entwickelt und stärker gewölbt.

Auch der Scheitel des männlichen Kopfes ist stärker gewölbt als beim Weibe. Der Gesichtsteil des weiblichen Körpers ist zierlicher, die Backenknochen stehen weniger vor, auch die Abrundung ist eine weichere. Am Kopf beschränkt sich die Behaarung auf die obere und hintere, sowie einen Teil der Seitenflächen des Kopfes, auf die Augenbrauen und Wimpern. Der Mann dagegen besitzt eine Behaarung, welche sich über einen großen Teil des Gesichts erstreckt; doch steht sein Kopfhaar an Länge dem weiblichen nach.

Am Hals des Weibes verschwindet die Hervorragung des kleineren, kindlicher gebliebenen Kehlkopfes in der allgemeinen Abrundung, welche dem Manne fehlt, indem bei ihm die Muskelstränge und der obere Teil des Kehlkopfes stark hervortreten. Seitlich geht der Hals des Weibes in sanftem Bogen in die Wölbung der Schultern über, während der männliche Hals schärfer gegen die Schulter abbiegt.

Die Schulter des Weibes ist schmal, diejenige des Mannes breit. Der Brustkorb des Weibes ist enger, da die Lungen schwächer ausgebildet und kleiner

Digitized by Google

sind. Er erweitert sich abwärts stärker beim Manne und setzt sich schärfer vom Bauche ab, während beim Weibe die Grenze durch eine allgemeine Wölbung verdeckt ist. Auf der vorderen Brustwand treten beim Manne die Wülste der großen Brustmuskeln kräftig hervor, während beim Weibe diese Muskeln schwächer sind und durch die halbkugeligen Erhabenheiten der beiden Brüste verdeckt werden. Durch letztere wird die Medianfurche der Brustwand zum Busen, Sinus mammarum, vertieft. Beim Manne sind die Brust- oder Milchdrüsen rudimentäre und regressive Gebilde geworden. Seine ebenfalls rudimentäre Brustwarze steht etwas höher an der Brustwand als beim Weibe. Die geraden Muskeln des Bauches bilden beim Weibe in der Regel keine äußerlich sichtbaren Hervorragungen; die Mittelfurche des Bauches verstreicht. Dagegen erhebt sich die ganze vordere Bauchwand stärker und rundet sich namentlich unten gegen den stärker entwickelten Schamberg. Oft grenzt eine nach oben konkave Furche den Schamberg von der Bauchwölbung ab. Der Nabel steht beim Weibe höher als beim Manne, bei welchem er die Höhe der Hüftbeinkämme erreicht. Das Becken ist beim Weibe breiter und niedriger, beim Manne schmaler und höher. Bei ihm ist die Leistenfurche stärker ausgeprägt. Infolge der Breite der Schultern und der Schmalheit der Hüften läuft der Rumpf des Mannes bei geschlossenen Beinen unten keilförmig zu, während die Schmalheit der Schultern und Breite der Hüften eine mehr zylindrische Form des weiblichen Rumpfes bedingen oder selbst die Schneide des Keiles nach oben verlegen. Arme und Beine zeigen beim Manne scharfe Muskelzüge und eckige Formen; alle entsprechenden Teile des Weibes sind abgerundeter. Dies gilt insbesondere auch für das Knie.

Auch die Haltung des Weibes ist in der Regel von der des Mannes abweichend. Die Haltung des ersteren ist mehr vorgebeugt, während der Stamm des Mannes mehr gerade, sogar leicht zurückgebeugt getragen wird. Die Beinstellung des Weibes ist infolge dieser Haltung eine steilere. Bei aufrechter Haltung des Mannes sind dagegen die Beinaxen so gestellt, daß sie mit ihrem oberen Ende mehr nach vorn abweichen. Der Hals des Schenkelbeines ist an den Schaft mehr rechtwinklig, beim Manne spitzwinklig angefügt. Die großen Rollhügel aber wenden sich bei letzterem stärker nach hinten.

Was nun die Erklärung der sekundären Geschlechtsmerkmale betrifft, so liefert die vergleichende Anatomie den überzeugenden Nachweis, daß dieselben als Nützlichkeitseinrichtung aufgefaßt werden müssen, bei welchen auch die Arbeitsteilung wieder eine große Rolle spielt. Grundsätze der Nützlichkeit bedingen die Verschiedenheit der weiblichen und männlichen Beschaffenheit des Soma, d. i. des Individuum, welchem die primären Geschlechtsmerkmale, die Keimdrüsen genommen sind. Sekundäre Geschlechtscharaktere sind nicht überall vorhanden. Das Männchen kann in bezug auf das Soma dem Weibchen gleich sein. In anderen Fällen sind mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten zwischen dem männlichen und weiblichen Soma vorhanden. So kann das Männchen mit besonderen Werkzeugen zum Festhalten des Weibchens ausgestattet sein (Wasserkäfer, Frösche), oder es sind Schmuckorgane, Waffen, besondere Größe bei dem Männchen vorhanden. Aber auch das Weibchen kann größer sein (Raubvögel, Gliederwürmer [Bonellia], Rundwürmer, viele Schmarotzerkrebse usw.) Auf der anderen Seite können die Weibchen mit Werkzeugen versehen sein, welche für die Aufzucht der Jungen von Bedeutung sind (Milchdrüsen), aber auch die

Digitized by Google

Männchen können mit derartigen Werkzeugen ausgerüstet sein (Seenadeln). Kurz, wir sehen, die sekundären Geschlechtsmerkmale der Individuen sind Nützlichkeitseinrichtungen.

Wie aber verhält es sich mit den Verschiedenheiten der primären Geschlechtsmerkmale der Keimdrüsen?

Sowohl die Eier als die Samenfäden, (Spermien, früher Spermatozoen genannt) haben den Wert von Zellen, wenn auch nicht von identischen Zellen. So sind z. B. die Spermien von Thysanopus, einem Krebse, ovoïde Zellen ohne weitere Merkmale. Die Samenkörperchen gewisser Rundwürmer können sogar Pseudopodien aussenden und bewegen sich dadurch fort gleich Amoeben.

In der Regel aber ist das Spermium mit einer mehr oder weniger langen Geißel, welche zur Fortbewegung dient, ausgestattet. Beide Arten von Geschlechtszellen gehen aus gleicher epithelialer Anlage hervor. So schwinden auch die primären Geschlechtsverschiedenheiten auf ein sehr geringes Maß zusammen, und wir nehmen wahr, daß Ei und Spermium nur deshalb so verschiedenes Aussehen gewonnen haben, weil eine Arbeitsteilung nach verschiedenen Richtungen eingetreten ist. Das Ei oder die weibliche Zelle sammelt Protoplasma und Ernährungsmaterial, soviel wie einer Zelle sonst gar nicht zukommt; so wird sie groß und weniger beweglich. Die männliche Zelle braucht nun kein solches Material mehr zu sammeln; ihre einzelnen Bestandteile werden auf ein möglichst geringes Volumen gebracht, gewissermaßen kondensiert; sie bleibt klein und richtet sich auf Beweglichkeit ein; sie wird zu einer mit kleinem Leibe ausgestatteten Geißelzelle. Wenn aber auch die weibliche und männliche Zelle einander zum Verwechseln ähnlich sehen können (wie zur Zeit der ersten Anlage), so werden wir sie doch in keinem Falle als identische, sondern nur als nahestehende Gebilde betrachten dürfen.

Worauf es hiernach bei der Frage der Fortpflanzung wesentlich ankommt, ist nicht in den sekundären Geschlechtsverschiedenheiten enthalten, nicht in den großen Verschiedenheiten zwischen Ei und Spermium, sondern in der Vereinigung zweier nicht identischer Zellen, welche in der Konjugation der Unizellulaten ihr Vorbild findet.

Warum aber ist diese Konjugation, wenn auch oft nur periodisch, erforderlich? Warum ist nicht die ungeschlechtliche Fortpflanzung genügend? Eine allseitig befriedigende Antwort läßt sich noch nicht geben; es sind verschiedene Antworten gegeben worden.

Die Vorteile der Sexualität gegenüber der ungeschlechtlichen Fortpflanzung bestehen, soweit sich bis jetzt die Dinge überblicken lassen, im wesentlichen darin, daß erstens durch die Vereinigung zweier naher verwandter, jedoch nicht identischer Zellen zum Sperm-Oon dem neuen Wesen eine größere Kraftsumme zur Verfügung gestellt wird, zweitens die Artbildung eine Förderung erfährt. Das Leben des Individuum und das Leben der Art wird hiernach günstig durch die geschlechtliche Zeugung beeinflußt. Mit der allmählich höheren Entwicklung der Arten ist die ungeschlechtliche Fortpflanzung von der geschlechtlichen im Leben der Tiere und der Pflanzen in den Hintergrund gedrängt worden.

Welches ist das Zahlenverhältnis der Geschlechter? Was die gegenwärtig lebenden Menschen betrifft, so ist eine Kenntnis des „Geschlechterverhältnisses“ bei manchen Völkern erreicht, während bei vielen anderen brauchbare Zählungen

Digitized by Google

noch fehlen. In Mitteleuropa werden auf 100 Mädchen im allgemeinen 105 bis 106 Knaben geboren. Es sterben aber schon intrauterin und ebenso extrauterin mehr Knaben als Mädchen. Etwa vom 15. Lebensjahre an bis in den Anfang der zwanziger Jahre sind die Geschlechter in gleicher Zahl vorhanden; dann beginnt das weibliche Geschlecht an Zahl zu überwiegen. Übergroßes Absterben des Mannes, aber auch überwiegend männliche Auswanderung sind als die Hauptursachen dieser Verschiebung zu betrachten.

Davenport, C. M. and C. Bulland, A Contribution of the Quantitative Studie of Correlated Variation and the Comparative Variability of the Sexes. Proc. of the Amer. Acad. of Arts and Sc. 1900. — Klebs, G., Über das Verhältnis des männlichen und weiblichen Geschlechtes in der Natur. Jena 1894; und: Über einige Probleme der geschlechtlichen Fortpflanzung. Jena 1895. — Nathanson, A., Über Parthenogenesis bei Marsilia und ihre Abhängigkeit von der Temperatur. Berlin 1900. — Pfitzner, W., Beitrag zur Kenntnis der sekundären Geschlechtsunterschiede des Menschen. Morphol. Arb. von G. Schwalbe, 7. Bd., 1896. — Derselbe, Der Einfluß des Geschlechtes auf die anthropologischen Charaktere. Zeitschr. f. Morphologie u. Anthropologie, 3. Bd., 1901. — Rauber, A., Der Überschuß an Knabengeburten und seine biologische Bedeutung. Leipzig, 1900. — Derselbe, Weibliche Auswanderung und ihr Verhältnis zu einer biologisch begründeten Bevölkerungspolitik. Leipzig 1901. — Raseri, E., Sur le nombre des consanguins dans une groupe de population. Arch. ital. de Biol., 33. Bd., 1900. — Straßburger, Eduard, Versuche mit diözischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. Biolog. Zentralbl., 20. Bd., 1900. — Waldeyer, W., Über die somatischen Unterschiede der beiden Geschlechter. Korrespondenzblatt der deutschen Gesellschaft f. Anthropologie, 1895, Nr. 9.

3. Abteilungen des Körpers und Oberflächenform.

Der Körper besteht aus dem Stamm nebst einem Paar von oberen und unteren Gliedmaßen oder Extremitäten.

Das morphologische Verhältnis der Extremitäten zum Stamm ist darin ausgesprochen, daß sie symmetrische Auswüchse der ventralen Leibeswand darstellen; so erscheinen sie als Teile des Stammes. In funktioneller Hinsicht sind die Extremitäten bevorzugte Organe der Empfindung und Bewegung. Dem Stamm, welcher letztere Fähigkeiten teilt, fallen die übrigen Aufgaben des Organismus zu.

Am Stamm, dessen stereometrische Grundform als abgeplattete Walze, aber auch als gleichschenklige Pyramide aufgefaßt werden kann, unterscheidet man drei Hauptabteilungen: den Kopf, Caput, den Hals, Collum, und den Rumpf, Truncus.

Am Rumpfe sind drei Abteilungen zu erkennen: die Brust, Thorax, der Bauch, Abdomen, und das Becken, Pelvis.

Betrachtet man den Rumpf eines Körpers, so ist an seiner Vorderfläche die Trennung zwischen Hals und Brust durch die Lage der Schlüsselbeine einigermaßen gekennzeichnet. Der äußere Teil der Schlüsselbeine verbindet sich mit dem zugehörigen Schulterblatt zum Schultergürtel, welcher den freien Teil der oberen Extremität aufnimmt. Dadurch kommt die an den Seiten der oberen Brustgegend vorhandene Schulterhöhe und die starke Breitenausdehnung dieser Gegend zustande. Dicht unter den Schlüsselbeinen liegt jederseits eine Einsenkung, die Unterschlüsselbeingrube, Fossa infraclavicularis. Als eine auffallende Besonderheit der vorderen Brustgegend treten bei Weibern die „Brüste", Mammae, mit der Brustwarze, Papilla mammae, bei Männern die rudimentäre männliche Brustwarze mit dem sie umgebenden, ebenfalls bräunlich gefärbten Warzenhofe, Areola mammae, hervor.

Wo in der Mittelgegend der vorderen Rumpffläche die Brust in den Bauch übergeht, liegt eine vertiefte Stelle, Magengrube oder Herzgrube, Scrobiculus cordis. Zu beiden Seiten setzt sich der untere Rand der Brustwand von der weicheren Bauchwand durch den auch äußerlich sichtbaren unteren Rippenbogen ab, welcher nach unten, außen und hinten zieht. Von der Magen-

Digitized by Google

grube setzt sich eine Mittelfurche kranialwärts gegen den Anfang des Halses, nach unten gegen den Schamberg, Mons pubis, fort. Im kaudalen Drittel der mittleren Bauchfurche liegt der Nabel, Umbilicus, welchem der indische Fakir nicht mit Unrecht seine besondere Aufmerksamkeit zuwendet. Der Nabel ist eine vorgewölbte oder eingezogene oder zugleich vorgewölbte und eingezogene, eigentümlich gestaltete wichtige Stelle, von welcher in fetaler Zeit ein dem Fetus angehöriger Strang, Nabelstrang, zum Frucht- oder Mutterkuchen sich erstreckte, um durch letzteren die Verbindung mit der Mutter zu bewerkstelligen. Der Nabelstrang wird von dem Neugeborenen einige Tage nach der Geburt abgestoßen; die Wundfläche vernarbt, und es entsteht der Nabel. Lateral von der Nabelgegend liegt die Seitenfläche des Bauches, Latus, welche nach dem Rücken zu in die Hinterseite des Bauches, Lumbus, übergeht. Seitlich ist der Übergang von der Bauch- in die Beckengegend durch das Hervortreten der Hüften, Coxae, begrenzt. Gegen die Vorderfläche des Oberschenkels setzt sich das Abdomen ab durch eine Furche, Leistenfurche, welche von dem vorderen Hüftwulst zur Seite des Schamberges herabzieht. Oberhalb dieser Furche liegt die Regio inguinalis, Inguen, unterhalb befindet sich die Regio subinguinalis.

Wird der Rumpf von der Seite her bei erhobenem Arm betrachtet, so fällt im oberen Seitengebiet eine Grube auf, die Achselgrube, Fossa axillaris, welche vorn und hinten von hautbedeckten Muskelwülsten umsäumt wird; vorn von der vorderen Achselfalte, Plica axillaris anterior, welche gebildet wird von dem M. pectoralis major, hinten von der hinteren Achselfalte, Plica axiliaris posterior, gebildet von dem M. latissimus dorsi und dem M. teres major. Die Achselgrube wird lateral von der freien Extremität, medial von der Seitenwand der Brust begrenzt.

Bei der Rückenansicht des Rumpfes, Dorsum, tritt die Grenze der Brust gegen den Bauch nicht oder nur unbestimmt zutage. Dagegen scheidet sich der Hals vom Rumpf deutlich durch die Schulterwölbung. Beide symmetrische Hälften des Rückengebiets des Rumpfes werden längs der Mittellinie voneinander getrennt durch eine von oben nach unten an Tiefe zunehmende Furche, die Rückenfurche. In der Hüftgegend angelangt läuft sie zunächst in ein breites vertieftes Feld, Regio sacralis, aus, verschmälert sich aber wieder zwischen den Hervorragungen des Gesäßes und gewinnt zugleich an Tiefe. So gestaltet sie sich zur Gesäß- oder Afterspalte. Von interessanten Eigentümlichkeiten der Hautdecke in dieser Gegend des Kreuzes wird erst bei der Untersuchung der Haut die Rede sein können. Hier aber ist hinzuzufügen, daß in der Tiefe der genannten Spalte, wie der Name sagt, die untere Mündung des Darmes, der After, Anus, in der Afterspalte, Crena ani, gelegen ist.

Die Kreuzraute, Regio sacralis, wird begrenzt durch folgende Knochenpunkte: Processus spinosus des fünften Lendenwirbels; Ende des Kreuzbeines (Zusammenstoß der Hinterbacken); links und rechts ein Grübchen, welches der Spina iliaca posterior superior entspricht. Ein zweites Grübchen findet sich beim Manne nicht selten oberhalb des erstgenannten, in der Höhe des Darmbeinkammes, der Crista iliaca.

Verfolgt man bei auseinandergehaltenen Oberschenkeln das untere Ende oder den Beckenteil des Stammes zwischen den Oberschenkeln hindurch nach vorn bis zum Schamberge, so liegt zwischen dem Anus und den äußeren Geschlechtsteilen ein schmales Feld, der eigentliche Damm, Perineum. Vor dem Damme liegen die äußeren Geschlechtsorgane. Häufig wird auch das ganze Feld, welches den Anus und die äußeren Geschlechtsorgane trägt, Damm genannt.

Der Hals, das Verbindungsglied zwischen Kopf und Rumpf, hat eine Form, welche sich in seinem Mittelstück derjenigen eines Zylinders sehr nähert; oben verbreitert er sich besonders in dorsoventraler Richtung zur Aufnahme des Kopfes; unten ist die Zunahme noch beträchtlicher, doch ist sie hier stärker in der Querrichtung ausgesprochen. An der Vorderseite erscheint der Hals kürzer, weil der Gesichtsteil des Kopfes sich vor sein oberes Stück lagert. Hier biegt der Hals bei gewöhnlicher Haltung des Kopfes etwa rechtwinklig gegen den Boden der Mundhöhle zum Kinn ab.

Man pflegt am Halse einen Vorderhals, Collum, im engeren Sinne, von einem Hinterhals oder Nacken, Cervix oder Nucha, zu unterscheiden, nennt ersteren auch den Eingeweideteil, letzteren den Wirbel- und Muskelteil des Halses. Im oberen Abschnitt des Vorderhalses tritt der Kehlkopfvorsprung, Adamsapfel, Prominentia laryngea, zutage. An der unteren Grenze und im Gebiet der Medianebene des Vorderhalses liegt die unten vom Brustbeinrande begrenzte Kehl- oder Drosselgrube, Fossa jugularis. Oberhalb der Schlüsselbeine macht sich die Oberschlüsselbeingrube, Fossa supraclavicularis major, bemerklich. Der Hinterhals grenzt sich gegen das Hinterhaupt durch die Nackengrube, Fovea nuchae, ab.

Digitized by Google

Der Kopf. Der Hals wird durch den Kopf gekrönt, welcher frei beweglich auf ihm ruht. Die zahlreichen auffallenden Eigentümlichkeiten des Kopfes werden bestimmt durch folgende drei Umstände:

1. durch die mächtige Entfaltung des Gehirns;
2. durch die Gegenwart besonderer Sinnesorgane (Auge, Oculus, und Ohr, Auris);
3. durch die Anfügung der Anfangsteile und Eingänge des Atmungs- und Verdauungsapparates (Nase, Nasus, und Mund, Os).

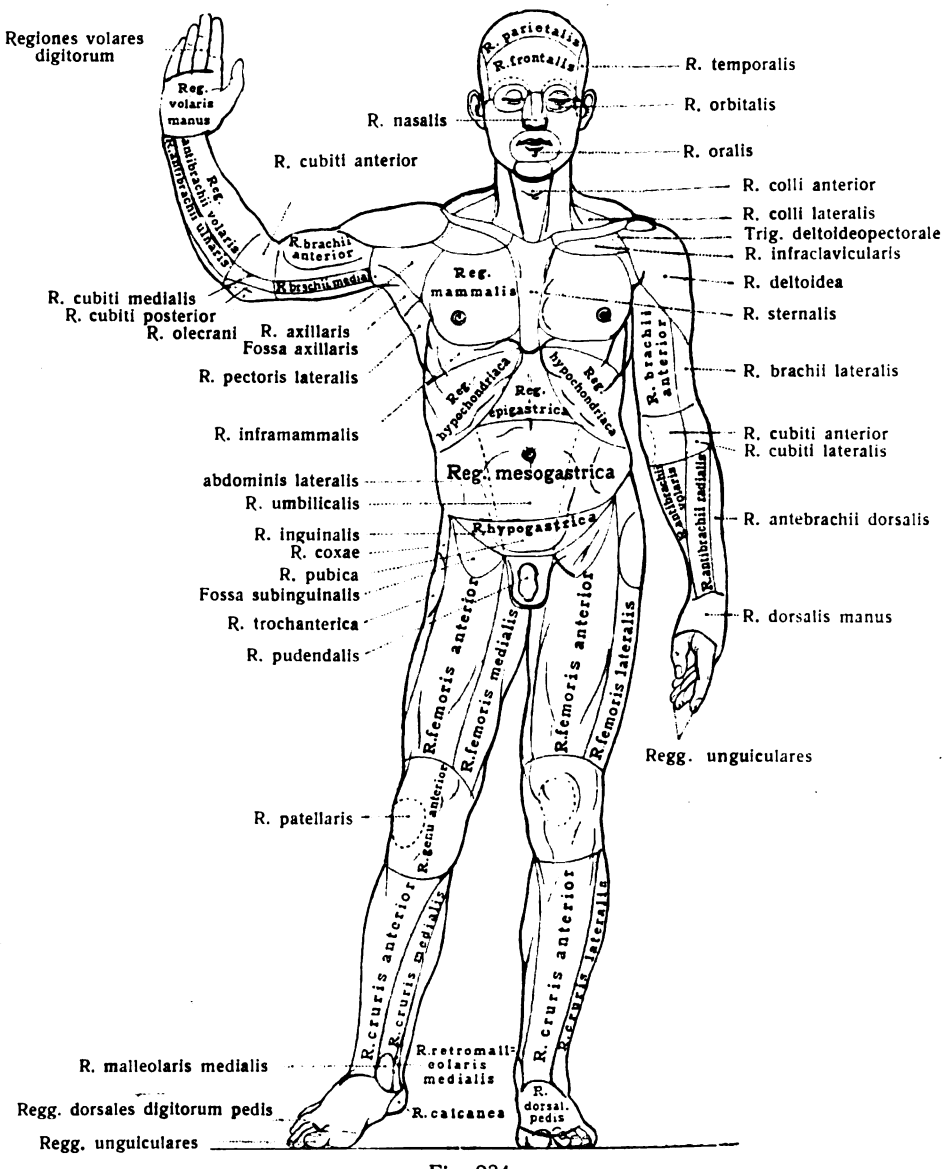


Fig. 234.

Regiones corporis humani. Vordere Körperfläche.

Je mehr diese Umstände bei Tieren sich ausprägen, um so mehr unterscheidet sich der Kopf von dem Rumpf. Je mehr sie an Maß verlieren und zurücktreten, um so ähnlicher wird der Kopf dem Rumpf, wie z. B. bei dem Amphioxus lanceolatus.

Der Kopf besteht aus zwei auch äußerlich ziemlich scharf voneinander trennbaren Abteilungen, dem Hirnteil, Cranium, und dem Gesichtsteil, Facies.

Digitized by Google

An der Bildung des Gesichts oder Antlitzes nimmt dem Sprachgebrauch entsprechend auch die Stirn, Frons, teil, die Anatomie jedoch rechnet die Stirn zum Hirnteil des Kopfes und läßt den Gesichtsteil des Kopfes mit der Nasenwurzel und unterhalb der Augenbrauen beginnen.

Bei Vorderansicht des Hirnteils des Kopfes macht sich die Stirn bemerklich als vorderer Abschluß des Kopfgewölbes, zunächst des Vorderhauptes, Sinciput. Sie grenzt unten an die

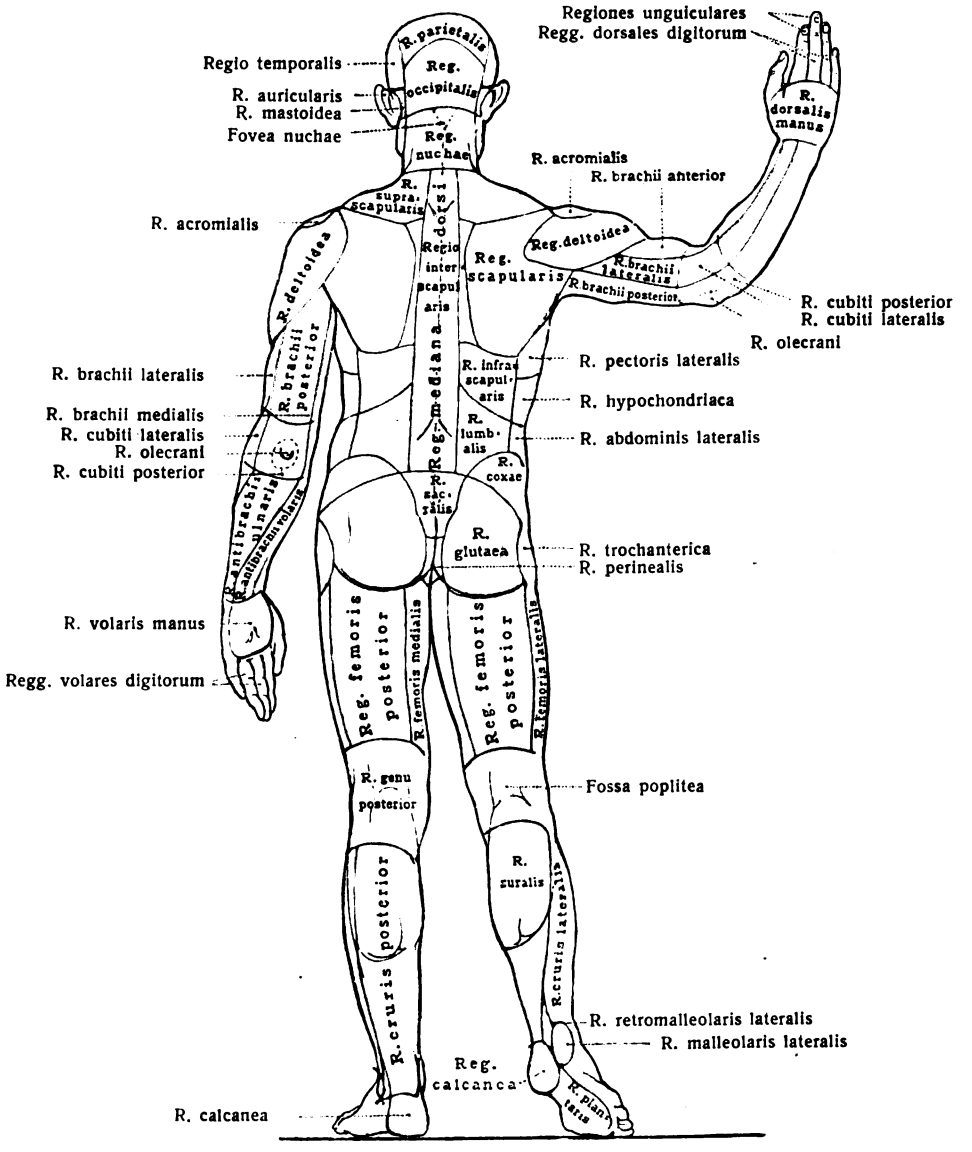


Fig. 235.

Regiones corporis humani. Hintere Körperfläche.

Nasenwurzel und die Augen und scheidet sich von diesen durch den Augenbrauenbogen, Supercilium. Im seitlichen oberen Gebiet der Stirn treten zwei Wölbungen hervor, die Stirnhöcker, Tubera frontalia. Durch den Schläfenwulst grenzt sich die Stirn von den Schläfen, Tempora, ab. Oben und seitlich setzt sie sich fort in das reichlich behaarte Gebiet des Hirnteiles des Kopfes und geht in den Scheitel, Vertex, oder das Mittelgebiet des Kopfgewölbes, das Mittelhaupt, über. An diesem sind die Scheitelhöcker, Tubera parietalia, und die Schläfenwülste als Besonderheiten hervorzuheben. Abwärts von letzteren liegen die Schläfen und

Digitized by Google

erstrecken sich bis zum Jochbogen, einem etwa horizontal laufenden Wulst, welcher die seitlichen Grenzen gegen das Antlitz bestimmt. Auf den Scheitel oder das Mittelhaupt folgt das Hinterhaupt, Occiput, welches das Kopfgewölbe hinten und unten abschließt. Am Hinterhaupt macht sich oberhalb des Beginnes des Nackens ein querliegender Vorsprung kenntlich, der Hinterhaupthöcker. Seitlich, hinter der Ohrmuschel, Auricula, liegt der Warzenwulst, welcher seinen Namen dem Warzenteil des Schläfenbeines verdankt. Zwischen dem Warzenwulst, der Ohrmuschel und dem hinteren Unterkieferwulst liegt eine Grube, die Unterohrgrube, Fossa retromandibularis, welche sich auf die Seitenfläche des Halses fortsetzt.

Wenden wir uns wieder nach vorn, so folgen unterhalb der Augenbrauen die Augenlider, Palpebra superior und inferior, zwischen welchen bei geöffneter Lidspalte, Rima palpebrarum, ein Teil des Augapfels, Bulbus oculi, sichtbar ist. Nach unten wird die Augengegend durch eine tiefe Furche, Sulcus infrapalpebralis, gegen die Wange abgegrenzt. Zwischen den Augen erhebt sich als pyramidaler Vorsprung die äußere Nase, Nasus, welche als

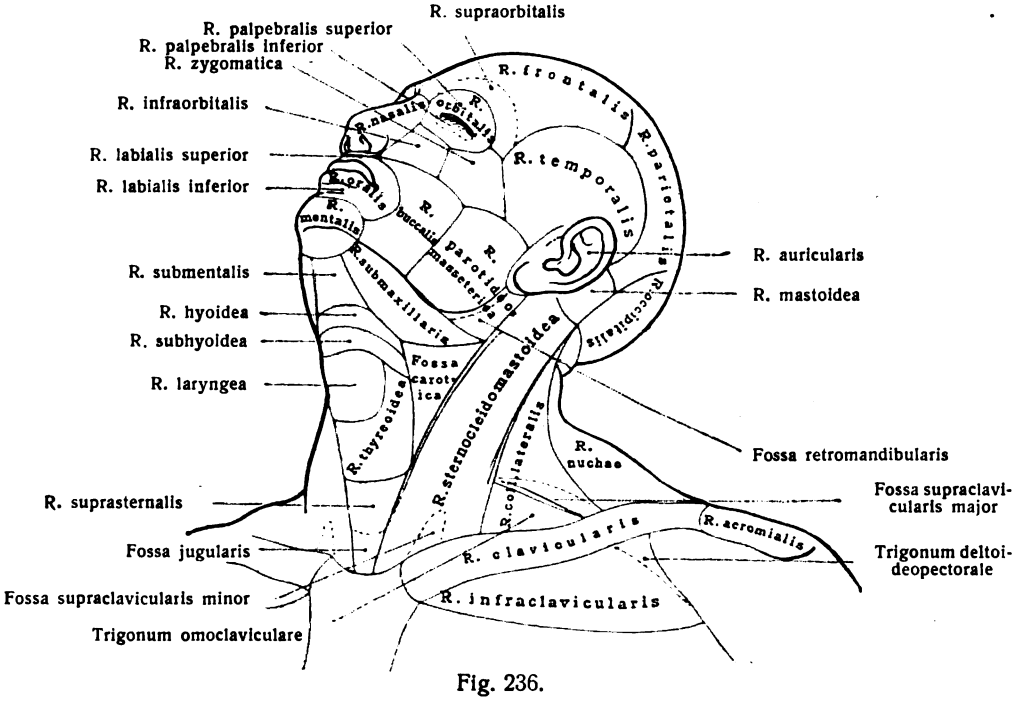


Fig. 236.

Regiones corporis humani. Hals und Kopf.

Vorbau des Geruchsorgans und als Eingang des Atmungsapparates zu betrachten ist. Der Nasenrücken, Dorsum nasi, endet nach unten in der Nasenspitze, Apex nasi, von welcher die Nasenflügel, Alae nasi, ausgehen. Zwei Öffnungen, die äußeren Nasenlöcher, Nares, führen in den Vorhof der Nasenhöhle. Die äußere Nase sitzt mit breiter Basis im mittleren Teil des Antlitzes und grenzt unten an die Oberlippe, Labium superius, zwischen deren beiden Hälften eine flache Furche, Unternasenrinne, Philtrum, gelegen ist. Die Oberlippe vereinigt sich an den Mundwinkeln mit der Unterlippe, Labium inferius, welche sich durch die Kinnlippenfurche, Sulcus mentolabialis, vom Kinn, Mentum, scheidet. Durch die Mundöffnung, Rima oris, gelangt man in die Mundhöhle, Cavum oris, in welcher die Zunge, Lingua, sich befindet. Die hintere Grenze der Mundhöhle gegen die Rachenhöhle wird gebildet von den Fauces. Bei gut genährten Personen tritt die Unterkinngegend nicht selten als besonderer Wulst zutage, welcher zusammen mit dem Kinn das Doppelkinn hervorbringt. Durch eine besondere Furche, Nasenlippenfurche, Sulcus nasolabialis, ist die Oberlippe von den Backen, Buccae (Malae), abgegrenzt, welche sich nach unten und hinten zum Unterkiefer erstrecken. Das obere Gebiet der Backe, welches in der Gegend des Joch- oder Wangenbogens gelegen ist, wird Wange, Gena, genannt.

Digitized by Google

Extremitäten. Während an den meisten Gebieten des Stammes die äußeren Formen noch deutlich die knöcherne Unterlage erkennen lassen, ist letztere an großen Abschnitten der Gliedmaßen durch Weichteile stärker verdeckt.

Die obere Extremität, Extremitas superior, beginnt mit der Schulter. Die Schulter, Axilla, bildet jene rundliche Wölbung, welche als Schultergewölbe schon bei der Betrachtung der

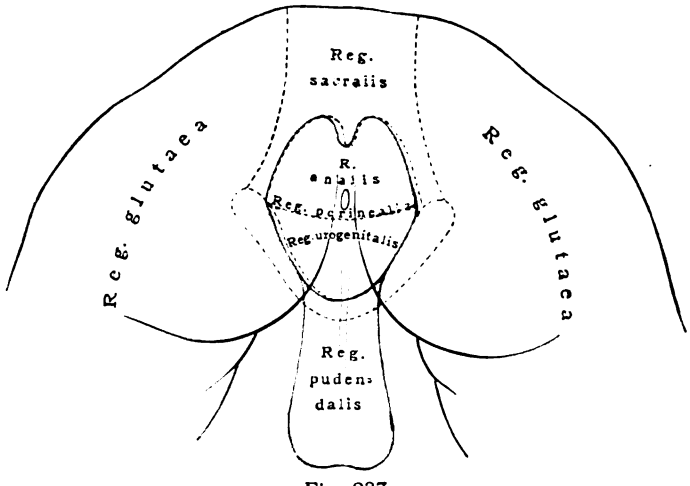


Fig. 237.

Regiones corporis humani. Männliche Mittelfleisch- oder Dammgegend.

seitlichen oberen Brustgegend Beachtung gefunden hat. Starke Muskellager umhüllen hier fast ganz die zusammentretenden Knochenteile; nur an der Schulterecke oder Schulterhöhe, Acromion, liegt ein Teil des Schulterblattes dicht unter der Haut. Der untere Rand des Deltamuskels und des großen Brustmuskels bedingen an der Vorderfläche des Oberarms, Brachium, eine Einsenkung, welche in der Höhe des vorderen Randes der Achselhöhle gelegen ist. Die Vorder-

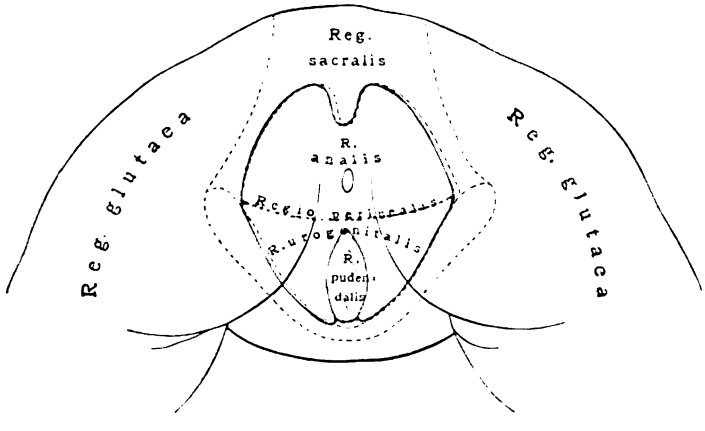


Fig. 238.

Regiones corporis humani. Weibliche Mittelfleisch- oder Dammgegend.

fläche des Oberarms, Facies anterior, zeigt eine längsverlaufende, durch Muskulatur bedingte Erhabenheit, den Bicepswulst, an dessen Seiten flache Furchen, Sulcus bicipitalis medialis und lateralis, auf den entsprechenden Flächen, Facies medialis und lateralis, des Oberarms distalwärts ziehen. Der Bicepswulst verflacht sich distalwärts und läuft in eine am Übergang in den Unterarm befindliche, längliche, distal etwas zugespitzte Grube aus, die Ellenbogengrube, Fossa cubitalis. Die hintere Fläche, Facies posterior, des Oberarms ist mehr gleichförmig gerundet und endigt mit dem schon dem Unterarm angehörenden Ellenbogen, Cubitus. Am

Digitized by Google

Übergang des Oberarms in den Unterarm (Vorderarm), Antebrachium, erfährt die Extremität eine zum Teil durch Knochen, zum großen Teil durch Muskeln bewirkte Verbreiterung, welche sich gegen die Hand hin allmählich verjüngt. Man unterscheidet deshalb eine Facies dorsalis und volaris, sowie einen Margo radialis und ulnaris. Immer aber steht der Unterarm in einem formalen Gegensatz zum Oberarm, insofern an ersterem die Breite, an letzteren die Dicke überwiegt; schon die knöcherne Unterlage begünstigt diesen Unterschied. Die Grenze gegen die Hand, Manus, wird auf der Volarfläche durch eine Furche, auf der Dorsalfläche durch zwei dem Unterarmknochen angehörige Vorsprünge bezeichnet, von welchen derjenige der Kleinfingerseite umschriebener, deshalb auffallender ist.

Der proximale Teil der Hand, die Handwurzel, Carpus, ist schmal. Distalwärts von der Handwurzel verbreitert sich die Hand rasch, besonders auf der Daumenseite, und wird dabei zur Mittelhand, Metacarpus, welche sich bis zur Wurzel der Finger erstreckt. Der Handrücken, Dorsum manus, ist gleichmäßig von einer Seite zur anderen leicht gewölbt. An der Grenze gegen die Finger zeigt der Rücken der Mittelhand bei gebeugten Fingern starke Vorsprünge, welche gewöhnlich Fingerknöchel genannt werden. Mehr oder weniger deutliche sehnige Stränge und venöse Blutgefäße sind unter der Rückenhaut der Mittelhand sichtbar. Die Hohlhand, der Handteller, Vola manus oder Palma, beginnt proximal mit zwei seitlichen Hervorragungen, dem Daumenballen, Thenar, und dem Kleinfingerballen, Hypothenar. Die Hohlhand wird von mehreren Furchen durchzogen, welche in wechselnder Weise ausgebildet sind und in der Chiromantie eine bedeutende Rolle spielen. Eine dieser Furchen umkreist den Daumenballen. Von ihrem Anfangsteil zweigt sich häufig eine Längsfurche ab, welche gegen die Basis des Mittelfingers zieht. Hierzu gesellen sich zwei mehr in der Querrichtung verlaufende Furchen, von welchen die distale ihre Konkavität fingerwärts richtet und auf der Kleinfingerseite stärker ausgeprägt ist, während die proximale ihre Konkavität gegen die Handwurzel richtet und auf der Daumenseite mehr entwickelt ist. Sie fließt hier häufig zusammen mit dem Ende der den Daumenballen umkreisenden Furche. Es können auch noch andere Furchen von mehr untergeordneter Bedeutung vorkommen. Die Abgrenzung der Finger ist an beiden Handflächen verschieden. Auf der Rückenfläche dringen die interdigitalen Furchen bis in die Nähe der Mittelhand vor. In der Hohlhand dagegen werden die proximalen Enden der Finger von einer gemeinsamen mächtigen Hautplatte bedeckt, welche aus dem Gebiet der Mittelhand gegen die Finger vordringt.

Die fünf Finger, Digiti manus, sind verschieden lange und mächtige zylindrische Gebilde. Vier von ihnen setzen die Längsrichtung des Armes fort. Einer, der Daumen, Pollex (Digitus I), weicht in seiner Richtung beträchtlich nach der radialen Seite ab. Er hat überhaupt unter allen Fingern eine Ausnahmestellung, indem er nur zwei Glieder besitzt, während alle übrigen Finger deren drei besitzen. Doch ist er am kräftigsten gebaut, ist in seinem Mittelhandteil sehr beweglich und stellt so eine Art von Gegenhand dar, die ἀντίχειρ der alten Griechen. Die Beugefläche des Daumens steht bei ruhiger Fingerlage senkrecht zu der Beugefläche der übrigen Finger, kann ihr aber parallel und gegenübergestellt werden. Die anderen Finger sind der Zeigefinger, Index (Digitus II), Mittelfinger, Digitus medius (Digitus III), Ringfinger, Digitus anularis (Digitus IV), kleine Finger, Digitus minimus (Digitus V). Jeder von ihnen hat eine Facies dorsalis und eine Facies volaris.

Die Fingerglieder sind auf der Beugefläche stärker abgerundet als auf der Streckfläche. Die Basalglieder sind stets am längsten, die Nagelglieder die kürzesten. Die Gegenwart einer Hornplatte verschärft den Gegensatz zwischen Streck- und Beugefläche der Nagelglieder; die Beugefläche tritt zu dem Tastsinne, welcher ohnedies hier den Höhepunkt seiner Ausbildung erfährt, in Beziehungen. Von allen Fingern ist der Mittelfinger der längste; ihm folgt der Ringfinger, selten der Zeigefinger; darauf der Zeigefinger und der kleine Finger. Die Spitze des Daumens erreicht die Mitte des Grundgliedes des Zeigefingers. Die Trennung der einzelnen Fingerglieder wird auf der Streckfläche durch bogenförmige und quere Furchen, auf der Beugefläche nur durch quere Furchen bezeichnet. Die Fingerränder werden als Margines radiales bzw. ulnares bezeichnet.

Untere Extremität. Die untere Extremität, Extremitas inferior, das Bein, ist in ihrer proximalen Abteilung ebenfalls mit dem Stamm verbunden, doch noch viel inniger als der Arm. Die Verbindung hat an Festigkeit gewonnen, an Beweglichkeit verloren, entsprechend der verschiedenen Aufgabe der unteren Extremität. Die der Schulter entsprechende Abteilung, die Hüfte, Coxa, ist funktionell zu einem Bestandteil des Stammes geworden. Sie grenzt sich durch eine kranialwärts konvexe Linie vom Bauch ab und geht distalwärts in eine flache runde Erhabenheit

Digitized by Google

über, welche in einer stärkeren Hervorragung, dem Rollhügelwulst, ihren Abschluß findet. Hinten gehen die beiden Hüften in halbkugelige Hervorragungen über, das Gesäß (die Hinterbacken), Nates (Clunes). Eine tiefe Spalte, die schon erwähnte Gesäß- oder Afterspalte, in welcher die Ausmündung des Darms gelegen ist, trennt beide. Eine leicht gebogene, meist tiefe, quere Furche, die untere Gesäßfurche, Sulcus glutaeus, trennt das Gesäß von der hinteren Fläche des Oberschenkels.

Der Oberschenkel, Femur, zeigt äußerlich an den verschiedenen Seiten, Facies anterior, posterior, medialis, lateralis, verschieden hohe Grenzen. Vorn reicht er bis zum Inguen, außen bis zum Rollhügelwulst, hinten an die untere Gesäßfurche; in Wirklichkeit aber verbirgt sich der obere Teil des Oberschenkels unter dem Gesäß. Gegen das Knie hin verjüngt sich die Pyramide des Oberschenkels allmählich und wird zugleich runder. Sein distales Ende aber nimmt wieder eine eckige und seitlich abgeflachte Form an. Distal von der Leistenfurche liegt eine dreiseitige Vertiefung, die Leistengrube, Fossa subinguinalis. Am distalen Teil der Vorderfläche liegt eine Hervorwölbung, das Knie, Genu, durch die Kniescheibe, Patella, bedingt. Gegenüber, auf der Hinterfläche, durch Muskelwülste begrenzt, befindet sich die Kniekehle, Poples.

Der distale Teil des Beines, Unterschenkel, Crus, ist auf der vorderen Seite, Facies anterior, kantig, hinten abgerundet, beginnt als mächtige dreiseitige Pyramide, nimmt distalwärts an Umfang noch zu, um sodann stark verjüngt beim Fuß anzulangen. An die Schienbeinkante des Unterschenkels schließt sich medianwärts eine breite muskelfreie Fläche an, welche distal in eine Hervorragung übergeht, den inneren Knöchel, Malleolus medialis. Die Hinterfläche, Facies posterior, tritt unter der Kniekehle als starker Wulst, Wade, Sura, hervor, deren stärkste Erhebung am distalen Ende des proximalen Drittels des Unterschenkels sich befindet.

In der Fortsetzung der Wade springt ein starker, von der Achillessehne bedingter Längswulst vor und erstreckt sich bis zur Ferse. Zu beiden Seiten des Achillessehnenwulstes, zwischen ihr und den beiden Knöcheln, liegen vertiefte Stellen, welche ebenfalls zur Ferse herabziehen. Aus dem distalen Teil des Unterschenkels tritt, wie an der medialen Seite, so auch an der lateralen Seite ein Knochenhöcker hervor, der äußere Knöchel, Malleolus lateralis, welcher weiter herabreicht als der innere Knöchel.

Der Fuß, Pes, ist bei aufrechter Körperstellung mit seiner Längsaxe nahezu rechtwinklig zur Längsaxe des Unterschenkels gestellt. Ausgesprochener als an der Hand, macht sich am Fuß die Gewölbebildung geltend. Die Gewölbeform tritt sowohl in der Richtung von vorn nach hinten, als von einer Seite zur anderen zutage. Der Fußrücken, Dorsum pedis, hat seine höchste Wölbung näher dem medialen als dem lateralen Rand. Der hintere Teil, Fußwurzel, Tarsus, ist stärker konvex, als der sich anschließende Mittelfuß, Metatarsus. Den hinteren Stützpunkt des Fußgewölbes bildet die Ferse, Calx, welche sich ein wenig hinter dem Achillessehnenwulst hervordrängt. Die Innenkante, Margo pedis medialis, der unteren Fußfläche ist bogenförmig vom Boden abgehoben. Sie erreicht den Boden erst wieder am hinteren Ende der großen Zehe, am vorderen Ende des ersten Mittelfußknochens. Die Außenkante, Margo pedis lateralis, dagegen erhebt sich kaum merklich. Die Fußsohle, Planta, ist in ihrem hintereren Abschnitt bedeutend schmaler, als im vorderen. Auf der Außenseite nimmt die Verbreiterung gleichmäßig zu bis zum vorderen Ende des Mittelfußes; auf der Innenseite erfolgt die Verbreiterung erst von der Mitte der Länge an. Die größte Breite erreicht die Fußsohle am Vorderende des Mittelfußes mit dem sogenannten Fußballen, welcher aus einer Reihe kleinerer Ballen zusammengesetzt ist. Die Ballenabteilung der großen Zehe ist die mächtigste.

Die Zehen, Digiti pedis, mit Ausnahme der großen Zehe kleiner als die Finger, erscheinen am Fuß als um so kleinere Anhänge, je ansehnlicher der ganze Fuß durch die machtvolle Entwicklung der Fußwurzel geworden ist. Die große Zehe, Hallux (Digitus I), ist über doppelt so breit, als die ihr folgende zweite. Ihre Beugefläche liegt mit derjenigen der übrigen Zehen (Digiti II—V) in gleicher Richtung. Die übrigen Zehen nehmen in ihrer Länge von der großen Zehe an allmählich ab, oder die zweite Zehe ragt ein wenig über die erste vor. Das Mittelglied ist stets das kürzeste. Die Nagelglieder der vier äußeren Zehen sind gegen den Boden gewendet und berühren diesen mit ihren Spitzen. An unverdorbenen Füßen liegt der mediale Rand der großen Zehe nahezu in der Verlängerung des medialen Fußrandes. Die kleine Zehe, Digitus minimus (Digitus V), ist am kürzesten. Jede Zehe besitzt eine Facies dorsalis und plantaris, einen Margo lateralis und medialis.

Digitized by Google

Man kann sich die Aufgabe der Darstellung der Oberflächenform der einzelnen Körperabteilungen so hoch stellen, daß aus ihrer Erfüllung allein schon ein umfangreiches selbständiges Werk, die Anatomie der Oberflächen, hervorgehen würde. Denkt man sich, wie hier erforderlich, den Körper lebend und in Tätigkeit, so gewinnt das Gebiet in gleichem Maße noch an Ausdehnung, Tiefe und Schönheit; es geht aus einer solchen Behandlung die Anatomie des Lebenden hervor.

Sernow, D. N., Zur Frage der morphologischen Bedeutung des Schwanzanhanges beim Menschen. Sitz.-Ber. der anthropol. Ges. in Moskau. Febr. 1901. — Waldeyer, W., Die Caudalanhänge des Menschen. Ber. der k. pr. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1906, XXXIV.

4. Maß- und Gewichtsverhältnisse.

A) Maßverhältnisse.

Man unterscheidet:

a) lineare Messungen, zu welchen auch Winkelmessungen gehören,
b) Flächenmessungen,
c) kubische Messungen.

An dieser Stelle kommen nicht die Maße der inneren Organe in Betracht, sondern solche Maße, welche sich auf den ganzen Körper, auf seine einzelnen Abteilungen sowie auf Oberflächengebiete beziehen. Hierher gehört also auch die Lehre von den Proportionen (Größenverhältnissen) der Körperteile.

1. Lineare Messungen.

Lineare Messungen des ganzen Körpers.

Die Messung der Länge des Körpers bestimmt entweder die Länge des Stammes, d. i. die wirkliche Körperlänge, Stammlänge; oder sie bestimmt die Länge des Körpers in aufrechter Stellung, Standlänge oder Standhöhe, oder in liegender Haltung. Da der Stamm des Körpers keine gerade Säule darstellt, sondern die Form einer mehrfach gebogenen Linie besitzt, so gibt eine zwischen beiden Enden angelegte gerade Linie nicht die wirkliche Länge. Man hat darum versucht, die Krümmungen jeder Linie bei der Messung zu beachten und die gekrümmte Linie zu messen. Am vereinigten Hals und Rumpf, dem großen Rumpf, wie man beide Teile zusammen zum Unterschied vom Rumpf im engeren Sinne, dem kleinen Rumpf nennen kann, stößt die Durchführung auf keine größeren Schwierigkeiten, wohl aber bei der Hinzunahme des Kopfes. Es ist fraglich, ob überhaupt am Lebenden die wirkliche Stammlänge gemessen werden kann[1]). Wohl aber könnte die Messung geschehen an dem Medianschnitt der Leichen. Doch herrscht noch keineswegs Klarheit über die Lage des oberen und unteren Endpunktes der zu messenden krummen Linie. Ebenso kann man über die Endpunkte der etwa zu messenden geraden Linie im Zweifel sein.

Wenn man ferner bedenkt, daß nicht nur die Stammlängen von Menschen untereinander verglichen werden sollen, sondern auch mit den Stammlängen von Tieren, so steigt, wie man sofort erkennt, die Schwierigkeit der Bestimmung des kaudalen Grenzpunktes. Dennoch ist es notwendig, schon von Anfang an das vergleichende Moment zu berücksichtigen, damit die richtige Grundlage der Messung sicherer gewonnen werde.

Einfach gestaltet sich dagegen die Messung der Standlänge oder Standhöhe. Sie bezeichnet den geraden Abstand zwischen Scheitel und Fußsohle, und ihre Messung pflegt bei aufrechter Stellung vorgenommen zu werden. Sie wird fälschlich häufig Körperlänge genannt. Das Maß der Standlänge fällt größer aus bei der Messung ausgestreckt auf ebener Fläche liegender Körper; größer des Morgens nach dem Schlafe, als des Abends vor dem Niederlegen.

Die mittlere Standlänge erwachsener Europäer schwankt zwischen 154 und 162 cm (Dechambre).

[1]) Vielleicht ließe sich dies ausführen mittels des Virchowschen Apparates. s. H. Virchow, Demonstration eines Apparates zum Anschreiben der Rückenkrümmung des Lebenden. Berl. klin. Wochenschrift 1886.

Digitized by Google

Für besonders wohlgebaute Individuen, welche die Mittelhöhe überschreiten, findet Zeising eine Standlänge von rund 172 cm.

Der weibliche Körper hat eine 8—16 cm kürzere Standlänge.

Das Wachstum ist bei Deutschen durchschnittlich abgeschlossen mit dem 23. bis 25. Jahr.

Über die Standlänge des Neugeborenen sei bemerkt, daß sie im Mittel nicht ganz 50 cm erreicht. Der Neugeborene hat folglich ungefähr $^1/_3$ der Standlänge der Erwachsenen.

Zwillinge sind etwa 2 cm kürzer (Fesser); Kinder Erstgebärender etwa 0,5 cm kürzer (Fasbender).

Über das Längenwachstum des Säuglings in den ersten Monaten, sowie über die durchschnittliche Standlänge in den einzelnen folgenden Lebensjahren vergleiche H. Vierordts Tabellenwerk[1]) welches auch die nötigen Literaturnachweise gibt.

Was die Stammlänge betrifft, so ergibt sich als Maß des Abstandes zwischen Scheitel und Damm nach C. E. E. Hoffmann

für den Mann 98,5 bei einer Standlänge von 167,8 cm,
für das Weib 93,7 „ „ „ „ 156,5 „

Nach Hoffmann beträgt ferner die zugehörige

	bei Männern	bei Weibern
Kopfhöhe (Scheitel bis zum Unterkieferwinkel)	18,5 cm	17,4 cm
Halslänge (Hinterkopf bis Dorn des 7. Halswirbels)	24,6 „	23,4 „
Rumpflänge (7. Halswirbel bis Damm)	61,6 „	58,2 „
Beinlänge (Hüftkamm bis Fußsohle)	103,0 „	98,4 „
Armlänge, (Schulterwölbung bis Spitze des Mittelfingers)	74,2 „	69,2 „
Schulterbreite (zwischen den Schulterwölbungen)	39,1 „	35,2 „
Hüftbreite (zwischen den äußeren Teilen der Darmbeinkämme)	30,5 „	31,4 „
Oberarm	31,2 „	29,0 „
Unterarm	24,6 „	22,8 „
Hand	18,4 „	17,4 „
Bein bis zum Trochanter	89,8 „	84,8 „
Oberschenkel (vom Trochanter bis zum Knie)	41,9 „	39,8 „
Unterschenkel	39,6 „	37,8 „
Fußhöhe (unterhalb des lateralen Knöchels)	7,8 „	7,8 „

Der wichtigen Oberflächenpunkte am Körper gibt es natürlich sehr viele, und es kann von Bedeutung sein, ihren gegenseitigen Abstand zu kennen. So ist die Zahl der bereits bestimmten Maße schon sehr groß. Wenn wir bedenken, daß sich in diesen Maßen Tatsachen ausprägen, daß individuelle und Geschlechtsverschiedenheiten in den Maßen auftreten, daß die verschiedenen Altersstufen und Stammeseigentümlichkeiten in besonderer Weise die Maße beeinflussen, so ist auch der Nutzen sorgfältiger Messungen sofort ersichtlich. Aber noch in anderer Hinsicht spielen diese Maße eine Rolle. Um ein Beispiel anzuführen, so verlangt Fetzer für eine (zum Militärdienst) taugliche Brust als Minimum:

Exspirationsumfang	75—76 cm	Summe der drei Sagittaldurchmesser	46 cm
Inspirationsumfang	85 „	Oberer Frontaldurchmesser	26 „
Brustspielraum	5 „	Mittlerer „	35 „
Oberer Sagittaldurchmesser	12 „	Unterer „	19 „
Mittlerer „	16 „	Summe der drei Frontaldurchmesser	80 „
Unterer „	18 „		

Von nicht geringerer praktischer Bedeutung (für die Geburtshilfe) sind ferner selbst die äußeren Maße des von Weichteilen noch umgebenen Beckens.

Eine große Ausdehnung haben erreicht die Bestimmungen der äußeren Maße des Kopfes, d. i. des mit Weichteilen versehenen Schädels, sei es beim Erwachsenen oder beim Neugeborenen und in den verschiedenen Lebensaltern, bei beiden Geschlechtern und bei verschiedenen Rassen.

2. Flächenmessungen.

Nach C. Krause beträgt die Oberfläche des erwachsenen Körpers gegen 16000 qcm. Fubini und Ronchi bestimmten an einem 162 cm langen, 50 kg schweren Mann die Körperfläche zu 16066,85 qcm. Funke fand 16517 qcm.

[1]) Anatomische, physiologische und physikalische Daten und Tabellen. 3. Aufl. Jena. 1906.

Digitized by Google

Am eingehendsten sind die Untersuchungen von Meeh, welche auch das Ansteigen der Oberfläche in den verschiedenen Altersstufen berücksichtigen.

Ein Kind von 6 Tagen hatte 2504,8 qcm Gesamtoberfläche;
„ „ „ 6½ Monaten „ 4221,6 „ „
„ „ „ 6¾ Jahren „ 8018,2 „ „
„ „ „ 15¾ „ „ 14988,5 „ „

Die Körperoberfläche Erwachsener schwankte (Meeh) von 17587,4 bis 22434,9 qcm.

Bei einem 36jährigen Manne betrug die Oberfläche:

des Kopfes	803,8 qcm	der oberen Extremität	1998,6 qcm
des Halses	456,6 „	des Oberschenkels	2012,5 „
des Rumpfes	2941,6 „	des Unterschenkels	1269,2 „
des Oberarmes	781,5 „	des Fußes	669,3 „
des Unterarmes	678,6 „	der unteren Extremität samt	
der Hand	538,5 „	Beckengegend	5016,8 „

Die oberen Gliedmaßen mit dem Oberrumpf, Schwertfortsatz, unterer Rippenbogen, erster Lendenwirbel, ohne Hals und Kopf haben ⅓ der Gesamtoberfläche.

Auf ein Kilogramm Körpergewicht kommen beim Erwachsenen ungefähr 300 qcm Körperoberfläche, sehr viel mehr bei Kindern, so beim sechstägigen Kinde 829 qcm, bei einem Kinde von 12½ Monaten 562 qcm, bei einem 15¾ jährigen Kinde 421 qcm.

3. Kubische Messungen.

Das Volumen bestimmte Krause bei einem Körpergewicht:

von 64 kg zu 57110 ccm;
von 52 kg nahezu 1/20 cbm.

Quetelet fand 71900 ccm.

Nach Meeh beträgt das Volumen bei 20—45jährigen Männern:

in der Phase der stärksten Inspiration 61856 ccm,
„ „ „ „ „ Exspiration 59028 „

Eine Kiste von 1 m Länge, 30 cm Breite und 20 cm Höhe ist hiernach imstande, den menschlichen Körper aufzunehmen.

B) Gewichtsverhältnisse.

1. Das spezifische Gewicht des Gesamtkörpers beträgt:

bei ruhiger Respiration nach mäßigem Ausatmen 1,0551 (Krause);
bei gänzlicher Luftleere der Lungen und des Darmes 1,1291.

Hermann bestimmte das spezifische Gewicht an normalen Leichen:

für 11—20jährige zu 0,9021;
für 21—40jährige zu 0,9345.

Meeh fand das spezifische Gewicht:

bei Kindern von 6⅔—13⅛ Jahren im Mittel zu 1,01241;
bei Männern von 16—45 Jahren bei stärkster Exspiration zu 1,02802;
„ „ „ „ „ „ tiefster Inspiration zu 0,96702.

2. Das Körpergewicht beträgt:

bei erwachsenen Männern 60—70 kg (Quetelet);
im runden Mittel 65 „
bei erwachsenen Weibern 52—56 „
im runden Mittel 55 „

Im Mittel kann in Mitteleuropa nach Vierordt das Körpergewicht des Neugeborenen in runder Ziffer zu 3250 g angenommen werden, und zwar:

von Knaben 3333 g (als Merkzahl),
von Mädchen 3200 g

Ein Zwilling ist bedeutend leichter, ein männlicher schwerer als ein weiblicher.

Digitized by Google

Über das Körpergewicht in den 52 ersten Lebenswochen orientiert folgende Zusammenstellung[1]):

Woche	Durchschnittswerte	Rektifizierte Vergleichswerte	Woche	Durchschnittswerte	Rektifizierte Vergleichswerte
1	3228 g	1000	22	6497 g	1937
2	3367	1035	23	6751	1964
3	3412	1096	24	6785	1996
4	3532	1135	25	6925	2037
5	3802	1199	26	7026	2067
6	3931	1250	28	7187	2125
7	4103	1301	30	7446	2192
8	4259	1363	32	7622	2262
9	4440	1421	34	7842	2328
10	4600	1472	36	8042	2376
11	4755	1521	38	8232	2426
12	4874	1565	40	8344	2508
13	5022	1613	42	8480	2549
14	5151	1659	44	8615	2590
15	5315	1700	46	8760	2633
16	5529	1768	48	8846	2669
17	5659	1808	50	9102	2709
18	5748	1844	52	10172	2748
19	5864	1881	(letztere Zahl nicht ganz sicher gestellt)		$2^3/_4$ des Anfangsgewichtes
20	6072	1928			
21	6390	1904 (!)			

Nach Schulz verliert der 3300 g schwere Neugeborene in den ersten Lebenstagen 178,1 g = 5,39 Prozent des Anfangsgewichtes und erreicht letzteres am zehnten Tage, indem er vom dritten bis neunten Tage um 160,7 g zunimmt.

Was das Gewicht einzelner Körperteile betrifft, so entwirft Harleß für einen muskelkräftigen Mann folgende Tabelle:

Ganzer Körper		64,00 kg	Ganze untere Extremität		11.14 kg
Oberrumpf		23,07 „	Oberarm		2,07 „
Unterrumpf		6,56 „	Unterarm	einfach gerechnet	1,16 „
Ganzer Rumpf		29,63 „	Hand		0,54 „
Oberschenkel		7,16 „	Ganze obere Extremität		3,77 „
Unterschenkel	einfach gerechnet	2,81 „	Kopf		4,56 „
Fuß		1,17 „			

Bezeichnet H die Körpergröße (Scheitel—Sohlenlänge) C den mittleren, über die Brustwarzen gemessenen Brustumfang (cm), P das Körpergewicht in kg, so ist das zu erwartende Körpergewicht P nach Bornhardt:

$$\text{für mittlere Konstitution } P = \frac{H \cdot C}{240}.$$

Ist das wirkliche Gewicht größer als das aus Körperlänge und Brustumfang berechnete, so liegt kräftige Konstitution vor, wenn kleiner, schwächliche.

Krause rechnet bei wohlproportionierten Körpern für 1 kg Gewichtszunahme etwa 0,3 cm Höhenzunahme.

Man findet nach Meeh die Körperoberfläche (in qcm) für alle Lebensalter ziemlich genau nach der Formel $12{,}312 \sqrt[3]{G^2}$, wobei G das gefundene Gewicht in g ausdrückt. Für Kinder und Knaben ist die Konstante genauer mit 11,97 anzusetzen.

Das Gewicht der beiden symmetrischen Körperhälften ist nicht gleich, sondern es pflegt dasjenige der rechten Körperhälfte zu überwiegen.

Der Schwerpunkt des ganzen Körpers liegt bei aufrechter Körperhaltung im Kanal des Kreuzbeines, über dem zweiten Kreuzwirbel (H. Meyer). Nach Entfernung der unteren Extremitäten liegt er an der Vorderfläche der Wirbelsäule zwischen dem neunten und zehnten Brustwirbel.

[1]) K. Vierordt, Physiologie des Kindesalters.

Digitized by Google

Kohlbrügge, J. H. F., Mitteilungen über die Länge und Schwere einiger Organe bei Primaten. Zeitschrift für Morphol. und Anthropol., 2. Bd., 1900. — Vergleicht man die prozentischen Gewichte der Organe bei den erwachsenen Weibchen und Männchen von Semnopithecus, so ergibt sich, daß die Weibchen ein höheres Prozentgewicht haben für Gehirn, Leber, Nieren und Milz, als die Männchen; gleiches gilt vom Menschen. — Livi, R., L'indice pondéral ou rapport entre la taille et le poids. Arch. ital. de Biol., 31. Bd., 1899. — Daffner, F., Das Wachstum des Menschen. Leipzig 1897. — v. Lange, E., Die normale Körpergröße des Menschen von der Geburt bis zum 25. Lebensjahre. München 1896. — Camerano, L., L'étude quantitative des organismes et le coefficient somatique. Arch. ital. de Biol., 33. Bd., 1900. — Derselbe, La longueur base dans la méthode somatométrique en zoologie. Arch. ital. de Biol., 36. Bd., 1901.

5. Axen, Ebenen, Lagen und Richtungen. (Anatomische Terminologie).

Es ist bereits untersucht worden, welches Axensystem im Bauplan des Körpers Anwendung gefunden hat:

eine Längsaxe, in welcher Asymmetrie,
eine Queraxe, in welcher Symmetrie, und
eine Dorsoventralaxe, in welcher Asymmetrie sich ausprägt.

Die durch die Längsaxe gelegte, auf den beiden anderen Axen senkrechte Ebene stellt die Medianebene des Körpers dar. Sie zerlegt den Körper in zwei annähernd symmetrische Hälften.

Ebenen, welche der Medianebene parallel durch den Körper ziehen, heißen sagittale Ebenen; auch die Medianebene ist eine Sagittalebene, aber eine von besonderer Bestimmtheit.

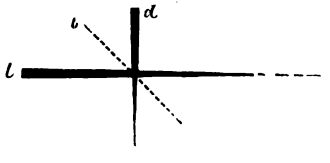


Fig. 239.

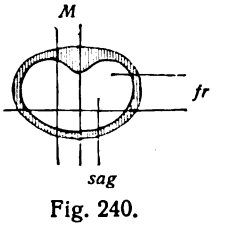


Fig. 240.

Fig. 239. *l* Längsaxe; *b* Queraxe; *d* Dorsoventralaxe.

Fig. 240. **Horizontalschnitt des Körpers,** schematisch. *M* Medianebene; *sag* sagittale Axen, Ebenen oder Schnitte; *fr* frontale Axen, Ebenen oder Schnitte. (Nach Pansch.)

Ebenen, welche in querer Richtung durch den Körper gelegt werden und senkrecht auf der Medianebene stehen, werden Querebenen, Transversalebenen, genannt, entsprechend der aufrechten Stellung des Menschen auch Horizontalebenen.

Ebenen, welche senkrecht zur Medianebene durch den Körper gelegt werden und bei aufrechtstehendem Körper vertikal stehen und quere Richtung haben, heißen Frontalebenen.

In demselben Sinne spricht man auch von Sagittalschnitten, Querschnitten, Frontalschnitten und ebensolchen Axen. Figg. 239, 240.

Um zu bezeichnen, was der Medianebene näher oder entfernter liegt oder gerichtet ist, bedient man sich der Ausdrücke medial oder lateral. Für die Bezeichnung der Richtung bedient man sich der Adverbia medianwärts, lateralwärts.

In dem Axenschema der Fig. 241 ist der Mensch in eine Lage gebracht, wie sie den übrigen Wirbeltieren natürlich ist. Seine eigentliche natürliche Haltung ist jedoch die aufrechte. Dieser Umstand ist bei der Vergleichung zu berücksichtigen. Das vorn wird bei der Aufrichtung zum oben, das hinten zum unten, das unten zum vorn, das oben zum hinten.

Die Ausdrücke craniale, proximale Lage und Richtung erklären sich aus den Gegensätzen; caudale, distale Lage und Richtung von selbst; ebenso dorsale Lage und Richtung gegenüber der ventralen. Von den Ausdrücken proximal und distal ist nur zu bemerken, daß sie sich auf die dem Stamme nähere oder entferntere Lage von Stellen der oberen und unteren Extremitäten beziehen. Durch die Ausdrücke radialis, ulnaris, tibialis, fibularis werden an den Extremitäten die Beziehungen zu den entsprechenden Knochen bezeichnet. Dadurch wird die Orientierung unabhängig von der Stellung, in welcher die Extremität sich zum Körper befindet. Die Streckseiten der Extremitäten werden aber als dorsale bezeichnet, die Beugeseiten des Vorderarmes

Digitized by Google

und der Hand als volare, die des Fußes als plantare Flächen. Bei dem Seh- und Gehörapparat ist eine Anzahl besonderer Lagebezeichnungen notwendig und gebräuchlich. Die Ausdrücke **links** und **rechts** führen zu keinen Verwechslungen. Die Ausdrücke **innen** und **außen** werden nur gebraucht in bezug auf Lagebeziehungen von Hohlräumen. Die Ausdrücke superficialis und profundus werden benutzt zur Bezeichnung der Entfernung von der Oberfläche des ganzen Körpers oder eines Organs. Wo eine Verwechslung ausgeschlossen erscheint, entsprechen die gewählten Bezeichnungen immer der aufrechten Haltung des Menschen. Fig. 241 orientiert über das Angegebene.

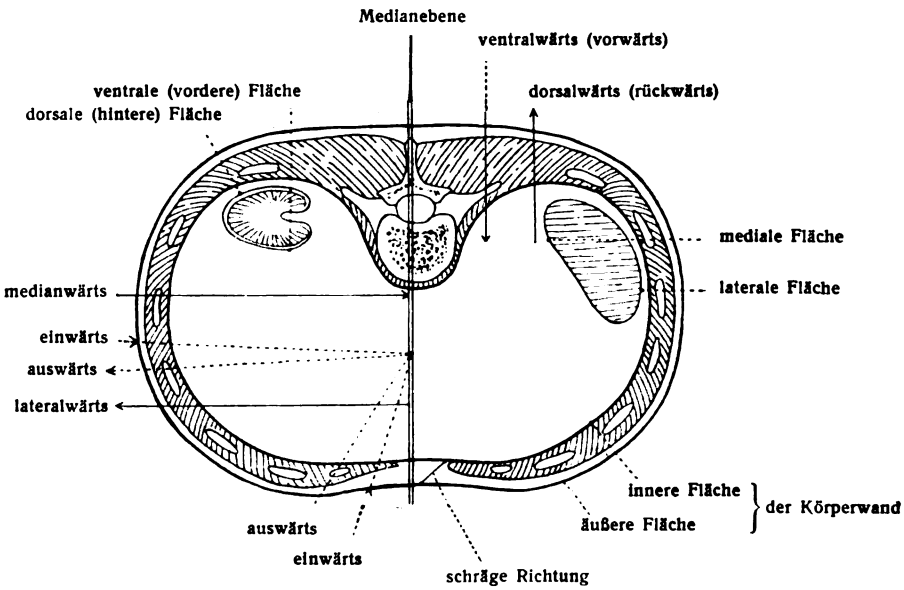


Fig. 241.

Schematischer Horizontalschnitt des Körpers mit einer Darstellung der Bezeichnungen für Richtungen usw.

Hier folgt eine Zusammenstellung der gebräuchlichen Ausdrücke für Lage und Richtung (nach der Baseler anatomischen Nomenclatur):

1. Termini generales:

verticalis	medialis	ventralis	longitudinalis	inferior
horizontalis	intermedius	dorsalis	transversus[1])	superficialis (sublimis),
medianus	lateralis	internus	cranialis	profundus
sagittalis	anterior	externus	rostralis[2])	
frontalis	medius	dexter	caudalis	
transversalis	posterior	sinister	superior	

2. Termini ad extremitates spectantes:

proximalis	radialis	tibialis
distalis	ulnaris	fibularis.

[1]) Quer zur Axe des betreffenden Organs; transversalis quer zur Körperaxe.

[2]) Den vorderen oder Kopfpol der Körperaxe bezeichnend.

Digitized by Google

Siebenter Abschnitt.

Organe, Apparate, Systeme.

1. Allgemeine Einteilung.

Definition: Ein Organ besteht aus einem oder mehreren Geweben und verbindet mit bestimmter Form eine bestimmte Funktion. Aus einer Anzahl verschiedener Organe baut sich die höhere funktionell zusammengehörige Einheit auf, der Apparat oder das System (s. S. 71).

Schon bei den Protisten fehlt es nicht ganz an Einrichtungen, welche den Wert von Werkzeugen besitzen. Pseudopodien, Wimperfäden, Schutzhüllen der verschiedensten Art sowie mannigfaltige innere Gliederungen sind als solche zu bezeichnen.

Alle Multicellulaten, so hoch ihre Organisation auch stehen mag, fangen das Dasein mit einer Stufe an, welche der Protistenstufe entspricht. Bald aber führt ihre Entwicklung zu weitergehenden Sonderungen. Auf der Stufe der Gastrula sind zwei Primitivorgane zur Anlage gekommen, die beiden primären Keimblätter, von welchen schon auf S. 154 gehandelt worden ist. Die Primitivorgane bringen in der Folge alle jenen kleineren oder größeren sekundären Organe hervor, deren ein höherer Tierkörper und auch der Körper des Menschen viele Millionen besitzt.

Mag ein Organ noch so einfach oder noch so zusammengesetzt sein, so sind sie alle, wie wir schon aus früherem wissen, auf die Zelle zurückzuführen; dies gilt auch hinsichtlich der Funktion. Die Funktion der Leber z. B. ist die Summe der Funktionen aller einzelnen Leberzellen.

In der Ausbildung von Organen spricht sich das Prinzip einer Arbeitsteilung aus. Je mehr ein Werkzeug, nach einer von Aristoteles herrührenden Begriffsbestimmung, nicht auf die verschiedensten Funktionen, sondern auf eine bestimmte Funktion eingerichtet ist, um so vollkommener ist es zu nennen. Je mehrgliedriger in einem Organismus die Funktionen, je mannigfaltiger die sie hervorbringenden Organe sind, um so höher ist im allgemeinen die Organisationsstufe seines Wesens.

Dringt man nach Kenntnisnahme der allgemeinsten Verhältnisse weiter zu den Eigentümlichkeiten der Organisation vor, so bringt die individuelle Entwicklung eine Reihe merkwürdiger Erscheinungen auf diesem Gebiet hervor.

Es gibt, wie die Entwicklung zeigt, transitorische Organe. Sie wurden ausgebildet, leisteten eine Zeit hindurch ihre Arbeit und verfallen darauf dem Untergang; ein Teil solcher Organe wird sogar abgeworfen (Eihäute, Nabelschnur, Placenta).

Eine zweite Reihe besonderer Organe sind diejenigen, bei welchen im Lauf der Entwicklung ein Funktionswechsel auftritt: Wechselorgane. Der

Digitized by Google

Wolffsche Gang, d. i. der Ausführungsgang der Vor- und Urniere, wird zum Samengange umgestaltet. Teile der Urnierenkanälchen werden zum Nebenhoden.

Eine dritte Reihe von Organen wird zwar angelegt und bis zu einer gewissen Stufe entwickelt, erhebt sich aber nicht zu höheren Stufen, sondern bleibt stehen: rudimentäre Organe. Ihre Funktion ist entweder ebenfalls rudimentär oder fehlt ganz (Zirbeldrüse, Hirnanhang, Uterus masculinus).

Der erwachsene menschliche Körper besitzt folglich nicht alle Organe, welche während seiner Entwicklung zur Anlage gekommen sind, sondern weniger. Diejenigen, welche er noch besitzt, sind zu einem Teil Wechselorgane, zu einem Teil rudimentäre Gebilde, zu einem anderen, allerdings größten Teil ungewechselte Vollorgane. Auch den rudimentären Organen kommt eine hohe, morphologische Bedeutung zu, so niedrig sie in ihrer Funktion auch stehen. Wo sie vorhanden sind, weisen sie auf bestimmte Tierformen hin, bei welchen sie im ausgebildeten Zustande vorkommen und auch eine entsprechende Funktion besitzen[1]).

Die verschiedenen Organe, welcher Art sie sein mögen, zeigen sich im Körper nicht etwa in irgendeiner Weise blind durcheinander gewürfelt, sondern es ist ein gesetzmäßiger Plan ihrer Unterbringung und Verteilung vorhanden. Beim Menschen folgt dieser Plan den für alle Wirbeltiere, in erster Linie für die Säugetiere geltenden Regeln, d. h. dem Wirbeltier- und Säugetiertypus. Es gibt in anderen Tierkreisen andere Typen der Organisation, wenn es auch nirgends an Übergängen fehlt.

Die Medianebene teilt den Säugetierkörper in zwei symmetrische Hälften. In nächster Nachbarschaft der Medianebene und von ihr durchschnitten liegen die unpaaren Organe. Doch folgen diese der Regel, daß sie aus zwei symmetrischen Hälften bestehen (Wirbel, Rückenmark, Darm, Leber, Herz). Teils in unmittelbarer Nachbarschaft der Medianebene, teils lateral von ihr sind paarige Organe vorhanden (Muskeln, Rippen, Lungen, Nieren).

Aber nicht allein links und rechts von der Medianebene hat sich eine Gliederung der Organe ausgeprägt, sondern auch in cranio-caudaler Richtung, d. h. längs der Medianebene. Die links und rechts gelegenen, einander entsprechenden Organe stellen Gegenstücke, Antimeren, dar. Die in der Längsaxe aufgereihten Organe sind Folgestücke, Metameren. Diese Folgestücke können mehr oder weniger einander ähnlich, mehr oder weniger voneinander getrennt oder von Anfang an ungetrennt geblieben sein (Wirbel, segmentale Muskeln, Keimdrüse jeder Seite, Haut).

Der Begriff des Organismus als eines Ganzen, dessen einzelne Teile harmonisch zusammenwirken zur Entfaltung der Lebensfunktionen des Individuum bringt es mit sich, daß alle funktionierenden Organe in bezug auf ihr Wesen, ihre Größe und Einrichtung in einer inneren Beziehung zueinander stehen. Keines der Organe, welches seinen Platz vollständig ausfüllt, kann in irgendeiner Weise verändert werden, ohne Rückwirkungen auf andere Organe und also auf das Ganze nach sich zu ziehen.

So wird es nicht auffallen, daß sogar innerhalb der Säugetierreihe eine große Mannigfaltigkeit der einander entsprechenden, d. h. homologen Organe vorhanden ist. Ja, die Unterschiede, z. B. im Knochensystem, Muskelsystem, Nervensystem, können staunenswerte Grade erreichen. Begreiflich genug, daß niemand die Organe des Menschen kennen wird, der nicht die Organisation der Tiere kennt.

[1]) Wiedersheim, R., Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit. IV. Auflage, Tübingen 1908.

Digitized by Google

Doch sind die Organe des Menschen nicht allein von jenen der Tiere, auch der am meisten benachbarten, mehr oder weniger verschieden, sondern sie sind auch innerhalb des Menschengeschlechts selbst voneinander in gewissen Grenzen verschieden. Die individuelle Variation ist so groß, daß absolute Symmetrie nicht einmal auf beiden Hälften eines und desselben Körpers vorhanden ist. Um so viel weniger ist absolute Gleichheit der Organe bei zwei Menschen vorhanden.

Der Grad individueller Verschiedenheit der Organe ist über Erwarten groß. Nehmen wir die Schwankungen der Organe hinzu, welche die Altersstufen, das Geschlecht, die Rasse, der Stamm bedingen, so steigt das Maß der Verschiedenheit noch ansehnlich.

Am wichtigsten sind jene Abarten der Organe, welche Übereinstimmungen darbieten mit normalen Zuständen bei Tieren. Man nennt solche Abarten Theromorphien. Sie kommen in allen Systemen vor.

Zwar sind alle Theromorphien unmittelbar bedingt durch Abweichungen der embryonalen Entwicklung. Es gibt indessen auch Abweichungen der embryonalen Entwicklung, welche nach anderen als theromorphischen Zielen gehen. Ein Stehenbleiben auf niedriger Entwicklungssufe, eine alineierte Weiterbildung trotz vorhandener Entwicklungshemmung, das Einschlagen falscher Entwicklungsbahnen, kann jeden Körperteil auf jeder Seite treffen. Wo aber Theromorphien vorkommen, da ist es leicht verständlich, daß sie im Sinne der Transmutationstheorie — als Rückschläge näherer oder entfernterer Art (Atavismus) —, als atavistische Varietäten angesehen werden können. Hiermit ist bereits die Bahn in das pathologische Gebiet betreten. Mit Leichtigkeit aber ergibt sich aus diesen Betrachtungen, daß gegenüber der großen Variabilität der Organe in vielen Fällen unüberwindliche Schwierigkeiten vorliegen müssen, die Grenze der Norm zu bestimmen.

Die Organsysteme des Körpers kann man einteilen in zwei koordinierte Gruppen, in eine Gruppe, welche der **Erhaltung des Individuum,** und in eine zweite, welche der **Erhaltung der Art** dient. Letztere Organe heißen Geschlechtsorgane, Organa sexualia, Genitalien.

Man unterscheidet im ganzen neun Organsysteme, und zwar:

1. Das Skeletsystem (Knochen und Bänder);
2. das Muskelsystem;
3. den Verdauungsapparat
4. den Atmungsapparat } das Eingeweidesystem;
5. den Harn- und Geschlechtsapparat
6. das Gefäßsystem;
7. das Nervensystem;
8. die Sinnesorgane;
9. das Integument (die allgemeine Körperbedeckung oder äußere Haut).

2. Gewichtstabellen der Körpersysteme.

Dem Gewicht nach sind die einzelnen Organsysteme in sehr verschiedener Weise am Aufbau des Körpers beteiligt. Eine Vorstellung, in welchem Maße dies geschieht, erhält man aus folgender Tabelle, welche nach Wägungen von E. Bischoff und G. von Liebig zusammengestellt ist. Aus derselben ersieht man, daß von allen Körpersystemen die Muskulatur an Gewicht die erste Stelle einnimmt und das Skeletsystem sich unmittelbar anschließt.

Digitized by Google

Untersucher	Liebig	Liebig	Bischoff	Bischoff	Bischoff
Geschlecht	Mann I	Mann II	Mann I	Mann II	Weib
Alter	ca. 35 J.	ca. 35 J.	33 J.	16 J.	22 J.
Größe (Standlänge)	—	—	1,68 m	1,51 m	1,59 m
Körpergewicht	55,749 kg	76,511 kg	69,668 kg	35,547 kg	55,400 kg
Skelet	11,464	13,941	11,080	8,436	8,390
Muskeln	23,062	32,193	29,102	15,722	19,846
Haut	3,516	4,234	4,850	4,023	3,175
Fett	6,159	11,028	12,510		15,670
Eingeweide mit Nervensystem und Sinnesorganen	8,616	10,034	7,006	7,365	6,763
Magen- und Darminhalt	—	0,175	0,872		1,107
Harn	—	—	0,146		
Blut	0,412	0,815	3,418	—	—
Verlust und Verdunstung	0,336	0,984	0,624	—	0,349

Für die einzelnen Körperabteilungen wurden die Gewichte der Knochen und Muskeln von beiden Untersuchern besonders bestimmt; es sind die folgenden:

		Liebig	Liebig	Bischoff	Bischoff	Bischoff
		Mann I	Mann II	Mann I	Mann II	Weib
Stamm	Skelet	6,220	7,317	5,255	—	3,990
	Muskeln	6,130	9,728	7,978	4,141	—
Rechter Arm	Skelet	0,708	0,876	0,964	—	0,600
	Muskeln	1,733	2,324	2,992	1,445	—
Linker Arm	Skelet	0,669	0,786	0,909	—	1,600
	Muskeln	1,621	2,095	2,682	1,484	—
Rechtes Bein	Skelet	1,933	2,510	1,850	—	1,600
	Muskeln	6,789	9,165	7,732	4,453	—
Linkes Bein	Skelet	1,933	2,451	1,972	—	1,600
	Muskeln	6,789	8,882	7,719	4,199	—

Das macerierte Skelet einer Frau von 102 Jahren, welches sich in der Sammlung des Berliner Anat. Institutes befindet, wiegt insgesamt nur 1,185 kg.

Endlich wollen wir noch die Gewichtsverhältnisse zweier Neugeborener, wie sie von Bischoff gefunden wurden, hier beifügen:

	Männlich	Weiblich
Körpergewicht	2,300	2,969
Skelet	0,426	0,467
Muskeln	0,550	0,701
Haut	0,480	0,337
Fett- und Bindegewebe		0,406
Nervensystem und Sinnesorgane	0,500	0,388
Eingeweide	0,422	0,495
Blut und Verlust	0,123	0,175

Setzt man das Gesamtgewicht des erwachsenen menschlichen Körpers = 1000, so entfallen (E. Bischoff) auf;

Bewegungsapparat (Skelet und Muskulatur)	724,5‰
Allgemeine Bedeckungen	88,0 „
Verdauungsapparat	57,7 „
Atmungsapparat	9,4 „
Harnapparat	9,0 „
Geschlechtsapparat	2,0 „
Kreislaufsorgane	74,1 „

Von den beiden wesentlichen Bestandteilen des Körpers bildet das Skeletsystem $^1/_5$—$^1/_7$, die Muskulatur etwas über $^2/_5$ des Gesamtgewichtes.

Digitized by Google

Besonderer Teil.

Die äußere Haut, Integumentum commune s. Cutis.

Einleitende Betrachtungen.

Die äußere Haut hält der Anfänger mehr für eine untergeordnete Hülle des eigentlichen Menschen, der im Innern seine Lage habe, als für ein wichtiges und wesentliches Organ. Er unterscheidet edle und unedle Organe; die ersteren nach innen verlegend, erkennt er den äußeren Organen nur einen minderen Rang zu. In Wirklichkeit aber ist die Sachlage eher umgekehrt; die inneren Organe, so edel sie sind, sind Organe des stofflichen Körperhaushaltes, und zwar sowohl des Stoffwechsels wie der Fortpflanzung.

Die Außenorgane sind dagegen solche, welche den verschiedenartigsten Reizen der Außenwelt gegenüberstehen und von ihnen in besonderer Weise beeinflußt werden. Es eröffnet sich hier das großartige Gebiet der Sinnesorgane. Zu diesen Organen gehört die äußere Haut, die auch noch bedeutende andere Funktionen zu erfüllen hat und ein lebenswichtiges Organ darstellt. Die äußere Haut liefert ferner, indem gewisse Abschnitte von ihr unter die Oberfläche versinken, das Geruchsorgan und das Gehörlabyrinth; Teile von ihr werden in das Sehorgan aufgenommen, hellen sich auf und nehmen bestimmte Formen an, damit das Licht in das Innere eindringen und in bestimmter Weise Brechungen erfahren könne. Auch das Gehirn und das Rückenmark sind ursprünglich Außenorgane. Sie stammen wie die Haut, vom äußeren Keimblatt.

Man erkennt, die Außenorgane setzen den höheren Menschen zusammen. Dies rührt daher, daß sie Beziehungsflächen höherer Art zu der Außenwelt darstellen. Die Innenorgane stehen in dieser Hinsicht zurück und nehmen den zweiten Rang ein. Der höhere Mensch hat außen, der niedrigere innen seine Lage.

Hiermit ist die Unterlage gewonnen, der Untersuchung der äußeren Haut gleich von Anfang an mit den richtigen Empfindungen folgen zu können.

Von älteren wichtigen Schriften über die Haut seien hier angeführt: Fabricius ab Aquapendente, De totius animalis integumento. Pataviae 1618; Th. Bartholinus, De integumento corporis humani. Hafniae 1655; M. Malpighi, De externo tactus organo. Neapoli 1665; B. S. Albinus, De sede et causa coloris Aethiopum. Lugd. Bat. 1737 und De cuticula — de reticulo, Annotationes academicae. Lib. I u. VII.

1. Begriff der Haut.

Die äußere Haut ist ein flächenhaft ausgebreitetes Gebilde, welches den ganzen Körper bedeckt und viele einzelne Organe aus sich hervorgehen läßt. Diese bilden zwei Gruppen, nämlich Horngebilde und Drüsen. Sie selbst und ihre besonderen Organe setzen sich aus zwei Bestandteilen zusammen: aus einem epithelialen, vom äußeren Keimblatt abstammenden Teil, der Oberhaut, Epidermis, und einem bindegewebigen Teil, der Lederhaut, Corium. Unter der Lederhaut folgt die Unterhaut, Tela subcutanea.

2. Tätigkeit der Haut.

Die äußere Haut entwickelt ihre Tätigkeit in folgenden Richtungen:

1. als Schutzhülle; 2. als Aufspeicherungsorgan; 3. als Wärmeregulator; 4. als Absonderungsorgan; 5. als Sinnesorgan.

Digitized by Google

Als Schutzhülle wirkt die Haut zunächst durch ihre beträchtliche Festigkeit und durch ihre kleine, aber vollkommene Elastizität. Sie folgt leicht einer ausdehnenden Gewalt, kehrt aber nach deren Aufhören wieder in ihre frühere Lage zurück, ohne einen elastischen Rückstand zu hinterlassen. Steigert sich die ausdehnende Gewalt über die Elastizitätsgrenze hinaus, so bleiben Veränderungen in ihr zurück, die, wenn sie höheren Grad annehmen, als Strukturveränderungen nachweisbar sind. Hierher gehören die Striae gravidarum der Bauchhaut, sowie die Folgen einer durch krankhafte Geschwülste veranlaßten übermäßigen Hautausdehnung. Schon im normalen Zustande befindet sich die Haut in einem Zustande geringer elastischer Spannung und drückt mit sanfter Kraft auf die gesamte Unterlage.

Als Schutzhülle wirkt die Haut ferner durch ihre Unterpolsterung mit dem subkutanen Fettlager, durch ihren Wassergehalt, durch ihre große Undurchdringlichkeit für viele gelöste und gasförmige Stoffe, durch die Ausbildung eines Haarkleides und der Nägel, durch ihre Absonderungstätigkeit und durch die beständig vor sich gehende Abschuppung ihrer oberflächlichen Schichten; letztere bringt es mit sich, daß fremde Ansiedelungen leichter gehindert werden, Platz und Ausdehnung zu gewinnen.

Als Reservemagazin wirkt die Haut durch ihr subkutanes Fettlager. In letzterem sind bei gut genährten Individuen 10—15 Kilogramm Fett aufgespeichert, welche zu beliebiger Zeit in den Dienst des Stoffwechsels gestellt werden können.

Als Wärmeregulator wirkt die Haut besonders durch die Verbindung mit dem Nervensystem. In der Kälte zieht sie sich zusammen, in der Wärme dehnt sie sich aus, nimmt an Blutgehalt und seröser Durchtränkung zu und gestattet eine stärkere Verdunstung mit folgender Abkühlung. Oberhaut und Oberhautgebilde sind sämtlich schlechte Wärmeleiter; in gleicher Richtung wirkt auch ein gut entwickeltes subkutanes Fettlager.

Als Absonderungsorgan wirkt die Haut durch ihre überaus zahlreichen Drüsen verschiedener Art. Zu den Hautdrüsen gehören auch die Milchdrüsen, so daß also eine starke Hautdrüsentätigkeit dem Neugeborenen das Ernährungsmaterial zu liefern hat. Zur Absonderungstätigkeit kann man auch die außerhalb des Drüsengebietes ständig vor sich gehende oberflächliche Abschuppung rechnen.

Als Sinnesorgan entfaltet die äußere Haut eine bedeutungsvolle Tätigkeit infolge ihrer sehr reichen Ausstattung mit Nerven. Das Hauptendigungsgebiet der sensiblen Nerven des Gehirnes und des Rückenmarkes ist die äußere Haut; das häutige Gehörlabyrinth und die Riechschleimhaut sind Teile der äußereren Haut; der Sehnerv aber ist eine interzentrale Bahn.

3. Form der Haut.

Ihre allgemeine Form ist, indem sie den Abschluß des Körpers nach außen bildet, diejenige des Körpers selbst. Sie überzieht nebst dem subkutanen Gewebe alle oberflächlich gelegenen Organe, steht mit letzteren mehr oder minder verschieblich in Zusammenhang, breitet sich über die Vertiefungen zwischen den oberflächlichen Organen aus und trägt dadurch viel zur Abrundung der Formen bei.

4. Oberfläche der Haut.

Die Gesamtoberfläche der äußeren Haut beträgt durchschnittlich 1,6 Quadratm.
Über den Anteil der verschiedenen Körperabschnitte hieran siehe S. 174, 175.

5. Dicke der Haut.

Im allgemeinen schwankt die Dicke der Haut, ohne Unterhautgewebe, zwischen 1 und 4 mm.

Die Haut der Augenlider ist sehr fein, die der Fußsohlen sehr dick. Als Regel kann man annehmen, daß die Haut an den hinteren Abteilungen des Kopfes, Halses und Rumpfes dicker ist, als an den vorderen Gegenden dieser Gebiete. An den Extremitäten ist sie auf der Streckseite dicker als auf der Beugeseite. Sehr dick ist die Lederhaut wie die Oberhaut an der Fußsohle und an der Hohlhand. Beim Weibe ist sie dünner als beim Manne. An der Dicke der Haut nehmen ihre Schichten in verschiedener Weise teil.

Digitized by Google

6. Gewicht der Haut.

Das Gewicht der äußeren Haut eines gesunden weiblichen Individuum von 22 Jahren betrug 3175 Gramm, das Unterhautfettgewebe 15670 Gramm; bei einem männlichen Individuum von 33 Jahren betrug das Gewicht der Haut 4850 Gramm, das subkutane Fettlager 12570 Gramm (E. Bischoff). Bei einem neugeborenen Mädchen betrug das Gewicht der Haut 337 Gramm, das des Unterhautfettgewebes 405 Gramm.

Nach H. Vierordt beträgt das Gewicht der Haut und Unterhaut Neugeborener 19,73 Proz. des Gesamtgewichtes des Körpers, beim Erwachsenen 17,77 Proz. Das Gewicht der Oberhaut des Erwachsenen für sich allein bestimmte Moleschott zu 488,5 Gramm.

Das spezifische Gewicht der Oberhaut beträgt 1100—1190, des Sehnengewebes 1116, des Panniculus adiposus 971.

7. Farbe der Haut.

Die Haut besitzt einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit, welche an dünneren Stellen nicht allein die Venen bläulich durchscheinen läßt, sondern auch unterliegendem Fettgewebe, Sehnen, Fascien, Muskeln die Möglichkeit gibt, sich in ihrer Farbe bis zu einem gewissen Grad geltend zu machen.

Dem Einflusse der Unterlage steht die Eigenfarbe der Haut gegenüber. Die Eigenfarbe der Haut setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: 1. aus dem Blutgehalt, 2. aus dem Pigmentgehalt. Von beiden siehe Näheres unter: Bau der Haut.

Schon an dem gleichen Individuum zeigt die Hautfarbe regionale Verschiedenheiten; an der Areola mammae, Papilla mammae, an dem Skrotum und den Labia majora ist sie dunkler, bis braun, an den übrigen Gegenden heller. Ferner sind bedeutende individuelle Verschiedenheiten der Hautfarbe vorhanden. Am auffälligsten machen sich die Rassenverschiedenheiten bemerkbar.

Im ganzen kann man P. Topinard beistimmen, welcher zehn Farbenstufen für die Haut unterscheidet. Es sind die folgenden:

Dunkle Tontiefe	1. absolutes Schwarz, besser tiefstes Dunkelbraun; 2. dunkelbraun, ins Rötliche spielend; 3. dunkelbraun, ins Gelbliche oder Olivengrüne spielend;
Mittlere Tontiefe	4. rot; 5. gelb oder olivenfarbig;
Helle Tontiefe	6. weiß, ins Gelbe spielend; 7. weiß, ins Braune spielend; 8. weiß, ins Rosa spielend; a) zarter weißer Teint; b) blühend rosa; 9. weiß, mit Sommersprossen; doch führt letztere gefleckte Haut bereits in die pathologische Färbung über.

Schwalbe, G., Die Hautfarbe des Menschen. Mitt. anthrop. Ges. Wien 1904.

8. Oberflächenbeschaffenheit der Haut.

Die Oberfläche der Haut zeigt teils Erhabenheiten, teils Vertiefungen, beide von größerer oder kleinerer Art.

Die Hervorragungen kennzeichnen sich als Wülste, Ballen, Falten, Zapfen, Leisten, Cristae cutis. Die beiden Milchdrüsen bedingen starke, halbkugelige Wülste, die Brustwarzen zapfenförmige Vorsprünge. Bleibende Falten (Dauerfalten) der Haut bilden die Labia pudendi, das Praeputium, das Frenulum praeputii, das Frenulum clitoridis, das Frenulum labiorum pudendi. Vorübergehende Falten (Kontraktionsfalten) werden in großer Anzahl hervorgebracht durch Muskelwirkung auf die Haut, z. B. beim Runzeln der Stirnhant, bei der Beugung und Streckung der Glieder und des Stammes. Eine große Bedeutung besitzen die Tastballen, Toruli tac-

Digitized by Google

tiles, der Hand und des Fußes, deren mehrere Ordnungen zu unterscheiden sind (siehe S. 193). Leistenförmige Hervorragungen kommen in großer Zahl und verschiedenartiger Anordnung teils im Gebiet der Tastballen, teils außerhalb dieses Gebietes vor. Ein Vorsprung besonderer Art ist das Tuberculum labii superioris; zwei kräftige Längsleisten fassen das Philtrum labii superioris ein. Dem Pathologischen gehört bereits an das Gebiet der Weichschwänze, das sind Hautwülste in der hinteren Fortsetzung der Wirbelsäule, die aber keinen Wirbel enthalten, sondern fetthaltiges Bindegewebe einschließen.

Die Vertiefungen machen sich geltend als Gruben und Grübchen, Furchen und Rinnen, Sulci cutis, selbst als Durchbrüche.

Große Gruben sind die Achselgruben, Leistengruben, die Gruben der Ohrmuschel (die als knorpelgestützte Hautfalte betrachtet werden kann), der äußere Gehörgang, der Sinus mammarum, die Fovea umbilicalis, die Foveola coccygea. Letzteres ist ein kleines, unter Umständen ansehnliches Grübchen der das Steißbein hinten deckenden Haut, welches entwicklungsgeschichtlich im Zusammenhange steht mit der Insertion des kaudalen Chorda-Endes in der Haut der Steißgegend (Lig. caudale). Die Foveola kann auch als erhabene Stelle vorkommen und durch Pigmentmangel gegenüber der umgebenden Haut sich auszeichnen. Siehe Abt. II, S. 243.

Außerordentlich groß ist die Zahl kleiner Grübchen, welche der Mündung der verschiedenen Hautdrüsen auf der Oberfläche der Haut entsprechen und wesentlich der mikroskopischen Untersuchung der Haut anheimfallen.

Bleibende Furchen gibt es in großer Zahl. Als Beispiele seien erwähnt die Sulci nasolabialis, mentolabialis, das Philtrum labii superioris, die Lidfurchen. Ferner gehören hierher die auch topographisch wichtigen Gelenkfurchen der Haut, die ein Studium für sich allein in Anspruch nehmen. Unzählig ist die Menge der feinen, oberflächlichen Hautrinnen, wie sie z. B. auf dem Handrücken zum Vorschein kommen. Ihre Hauptrichtung ist hier die quere, zwischen den Knöcheln die longitudinale. Sie bilden meist Netze mit rhombischen oder dreieckigen Maschen.

Durchbrüche der Haut, Aperturae cutis, sind Pforten, durch welche die Haut in tiefer gelegene Körpergebiete eindringt und allmählich in Schleimhaut übergeht. Solche Aperturae cutis sind die Lidspalte, Mundspalte, die äußeren Nasenlöcher, der Anus, die Mündung der Harnröhre, der Scheideneingang.

Die in der Lenden- und Kreuzgegend bei vielen Menschen, insbesondere bei Weibern, sich abzeichnenden rautenförmigen Felder kommen in zwei Hauptformen, als Lendenraute und als Kreuzraute vor.

9. Schichten und feinerer Bau der Haut.

Die Hauptschichten der Haut sind:

I. Oberhaut, Epidermis;
II. Lederhaut, Corium;
III. Unterhautgewebe, Tela subcutanea.

Diese Schichten sind der Reihe nach auf ihre Besonderheiten zu untersuchen.

I. Oberhaut, Epidermis. Figg. 242, 251—253.

Die Oberhaut, 30 μ bis 4 mm (= 4000 μ) dick, an den meisten Stellen 50—200 μ messend, besteht aus geschichtetem Plattenepithel, welches überall wenigstens zwei Schichten erkennen läßt;

a) eine weichere tiefgelegene Schicht, welche die zwischen den Lederhautpapillen befindlichen Vertiefungen ausfüllt und sie noch etwas überragt, die Schleimschicht oder Keimschicht, Stratum germinativum (Malpighii).

b) eine oberflächliche festere Schicht, welche den Namen Hornschicht, Stratum corneum, führt.

An den Stellen von größerer Mächtigkeit, vor allem an der Beugefläche der Hand und des Fußes, sind vier Schichten unterscheidbar, welche von innen nach außen gezählt, folgende Namen führen:

Digitized by Google

a) die Keimschicht, Stratum germinativum;
b) die Körnerzellenschicht, Stratum granulosum;
c) die helle Schicht, Stratum lucidum;
d) die Hornschicht, Stratum corneum.

Alle diese Schichten bestehen durchweg aus Epithelzellen, welche in den einzelnen Lagen Verschiedenheiten zeigen. Die Zellen der tieftsten Lage des Stratum germinativum sind zylindrisch, klein, mit länglichem Kern versehen und

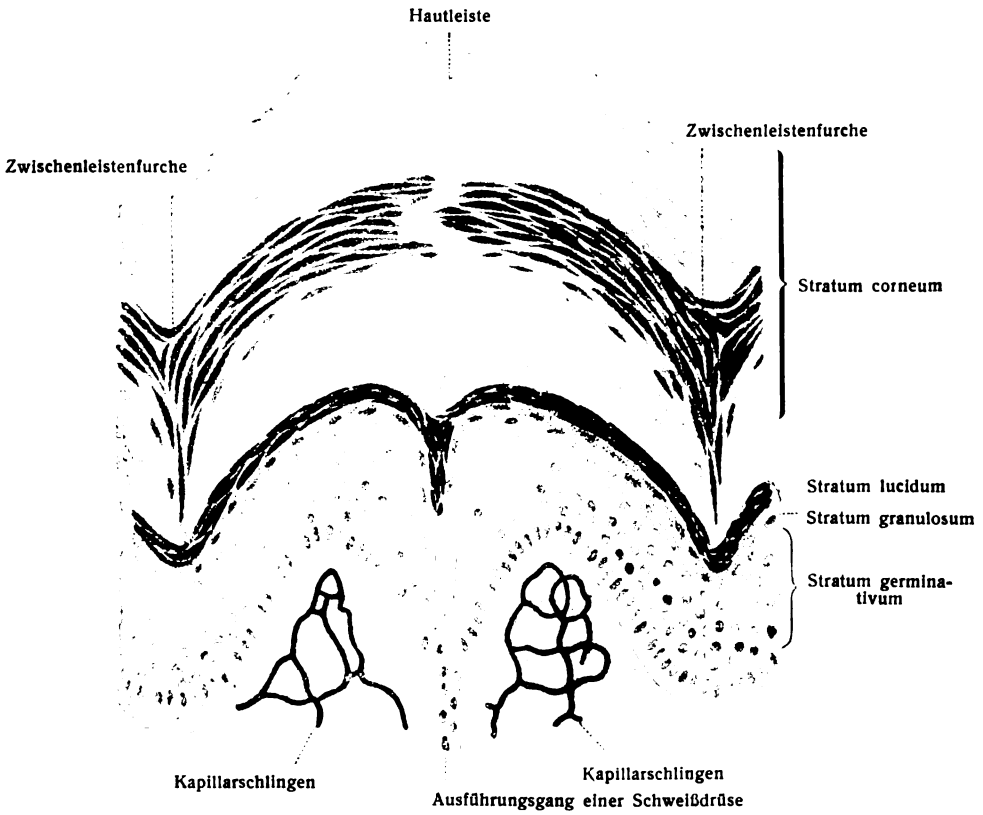


Fig. 242.

Schema eines Schnittes durch die Epidermis der Vola manus oder Planta pedis, senkrecht zu den Leisten der Oberfläche. (Nach Weidenreich.)

bilden den Hauptherd der Neubildung junger Epithelzellen auf mitotischem Wege; in sehr vermindertem Grade erstreckt sich die Teilungsfähigkeit auf die übrigen Zellenlagen der Keimschicht; daher ihr Name. Von hier aus erfolgt also der fortwährende Ersatz der durch beständige Abschuppung der äußersten Schichten der Hornschicht verloren gehenden Elemente. Die Zellen der äußeren Lage der Keimschicht gestalten sich dabei allmählich in die Formen der Hornschicht um. Fig 253.

*a) **Keimschicht,** Stratum germinativum. Figg. 242, 244, 251—253.*

Alle Zellen der Keimschicht zeichnen sich dadurch aus, daß sie ringsum mit Stacheln besetzt sind, in der Weise, daß zahlreiche feine Fortsätze, Interzellularbrücken genannt, zwischen den benachbarten Zellflächen sich ausspannen. Die Zellen heißen daher Stachelzellen (Figg. 244, 252, 253).

Digitized by Google

Die Stacheln sind ursprünglich nichts anderes als Reste unvollständiger Zellteilung, Protoplasmabrücken. Später, mit der Ausbildung einer Zellmembran, gewinnen die Stacheln an Festigkeit und stellen in erster Linie Befestigungssysteme dar, eine merkwürdige Erscheinung. Ob innen noch ein unveränderter Protoplasmafaden übrig bleibt, welcher also eine Protoplasmaverbindung zwischen den beiden Zellen herstellen würde, ist zweifelhaft und unterliegt verschiedener Beurteilung. Wichtig ist in letzterer Hinsicht, daß es in neuerer Zeit gelungen ist, durch gewisse Färbungsmethoden im Zellkörper ein Fadenwerk (Fig. 244) nachzuweisen, welches mit den Stacheln in Verbindung steht und sich in sie fortsetzt. Man wird gut tun, diese Einrichtung vor allem im mechanischen Sinne zu deuten. Hierdurch gewinnt offenbar das ganze Befestigungssystem an Halt. Faserbündel durchkreuzen sich in den verschiedensten Richtungen; in die Knotenpunkte sind Zellen eingelegt, welche von den Faserbündeln durchsetzt werden. Auch die tiefste Zellenlage zeigt im basalen Teil des Zellkörpers Faserbündel, welche die feste Verbindung mit dem Bindegewebe der Lederhaut vermitteln.

Die zwischen den Interzellularbrücken befindlichen Räume machen in ihrer Gesamtheit das wichtige interepitheliale Saft-Labyrinth aus (Figg. 244, 252, 253).

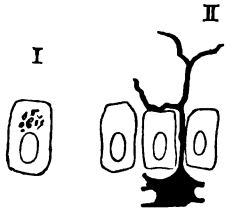


Fig. 243.

Fig. 243. **Schema zur Verdeutlichung der Theorien über die Pigmentbildung in der Haut**

I Epithelzelle mit beginnendem Pigmentgehalt im oberen Zellenteile; *II* drei Epithelzellen; unterhalb eine pigmentierte Bindegewebszelle, deren oberer Fortsatz in das interepitheliale Labyrinth eindringt.

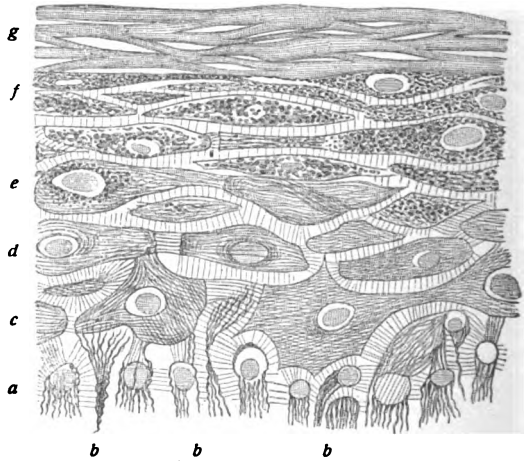


Fig. 244.

Fig. 244. **Querschnitt der Epidermis aus der Hohlhand.** Schema der unteren Schichten. (E. Kromayer.)

a Zylinderzellenschicht; *b* Basalfasern (Haftfasern), deren zugehöriger Kern nicht im Schnitte liegt; *c* Zellschicht mit nach allen Richtungen gehender Faserung; *d* Zellschicht mit Faserung parallel der Oberfläche der Haut; *e* Zellschicht mit beginnendem Zerfalle der Fasern in Eleidinkörner; *f* Stratum granulosum; *g* Stratum corneum, ein kleiner Teil desselben.

In ihm bewegt sich ein beständiger Säftestrom, der dem Stoffwechsel der geschichteten Epithelmassen dient. So bildet das interepitheliale Labyrinth einen zierlich gestalteten Anhang des Gefäßsystemes, mit dem es in funktioneller Verbindung steht. Vereinzelte Wanderzellen (Lymphkörperchen), finden sich in ihm. Ferner vermögen Pigmentzellen des Bindegewebes und ihre Fortsätze in das interepitheliale Labyrinth einzudringen. Endlich bietet das interepitheliale Labyrinth eine ausgedehnte Stätte dar für die Aufnahme der reichen Endverästelung der unzähligen interepithelialen sensiblen Nerven. Erwähnung verdient auch, daß das interepitheliale Labyrinth einer nicht unansehnlichen passiven und aktiven Erweiterung fähig ist (vergl. Fig. 252 mit 253).

In der Keimschicht greifen jene Vorgänge Platz, welche die verschiedene Färbung der Haut durch Hautpigmente bedingen. Die Frage der Herkunft des Hautpigmentes ist noch unentschieden. Das Hautpigment ist eine Unterabteilung der Pigmenterzeugung des Körpers im ganzen. Ektodermale Epithelzellen können entweder Pigmenterzeuger oder Pigmentsammler aus den

Digitized by Google

vom Blute gelieferten Materialen sein, so z. B. die Epithelzellen des Stratum pigmenti des Auges. In hohem Grade kommt die eine oder andere Eigenschaft aber auch vielen mesodermalen Bindegewebszellen, den Pigmentzellen des Bindegewebes, zu. Ob die Epithelzellen der Keimschicht der Epidermis selbständig das in ihnen vorhandene Pigment sei es nun erzeugen oder nur ansammeln, ob sie sich der pigmentierten Bindegewebszellen hierfür als Vermittler bedienen, oder ob gar die Epithelzellen das Pigment bilden und es den pigmentierten Bindegewebszellen überliefern, das sind noch schwer zu entscheidende Fragen.

H. Rabl, Pigment und Pigmentzellen in der Haut der Wirbeltiere. 1897. — Rosenstadt, B., Studien über die Abstammung und die Bildung des Hautpigmentes. Arch. mikr. Anat., Bd. 50., 1897.

Sehr ungenügend ist noch die Depigmentierung der Haut untersucht, wie sie bei vielen Tieren periodisch vorkommt. Auch die chemische Natur der verschiedenen Pigmente ist noch sehr unvollkommen bekannt.

Abgesehen von der Herkunft des Pigments liegen die Tatsachen so, daß die Eigenfärbung der Haut ihren Grund hat in der Einlagerung feiner, gelber, hell- und tiefbrauner oder rötlicher Pigmentkörnchen zwischen und in den Zellen der tieferen Lagen des Stratum germinativum. Dadurch, daß die Zellen des Stratum germinativum allmählich nach außen rücken, finden sich Pigmentreste bis in die äußersten Zellen der Hornschicht hinein. Im Beginne sammeln sich die Pigmentkörnchen in der Regel näher dem Außenpole der Zellen. Der Kern wird freigelassen. Allmählich wird die Ansammlung beträchtlicher. Gelöstes Pigment ist weder interzellular noch intrazellular vorhanden; das Pigment tritt immer in Form von Körnchen auf. So verhält es sich in der ganzen Ausdehnung der Haut. An den stärker gefärbten Hautgegenden ist die Pigmentierung reichlicher, die Farbe der Körnchen eine tiefere. Bei den tief gefärbten Rassen ist der Vorgang derselbe; es ist nur ein gradweiser Unterschied zwischen dem hellhäutigen Europäer und den dunklen Rassen vorhanden.

Negerkinder werden hellhäutig geboren. Einige Tage nach der Geburt beginnt die dunklere Pigmentierung in regional bestimmter Weise aufzutreten und sich rasch über den ganzen Körper zu verbreiten. Die Reihenfolge ist: Ränder der Nägel und Brustwarzen, Zeugungsteile, Kopf (am 5. bis 6. Tage), übrige Teile (Camper). S. auch Collignon, R., La couleur et le cheveau du nègre nouveauné, Bulletins de la société d'Anthropologie de Paris 1895,96.

Für die Beurteilung des Wesens der Pigmentierung ist es wichtig, zu beachten, daß in gewissen pathologischen Fällen die Pigmentierung ausbleibt; man nennt diesen auch bei Tieren vorkommenden Zustand Albinismus und den Träger einen Albino; sein Gegensatz ist Überpigmentierung.

Am Schlusse des Kapitels der natürlichen Pigmentierung der Haut ist auch ein Blick auf die künstliche Pigmentierung, Tätowierung, derselben zu werfen, um so mehr, als auf dem Präpariersaale nicht allzu selten Beispiele solcher Pigmentierung vorkommen und als die künstliche Pigmentierung der Haut in der Völkerkunde eine wichtige Rolle spielt. Das Pigment wird in solchen Fällen in die durch spitze Instrumente zugänglich gemachte Lederhaut eingerieben. Beim Weibe kommt Tätowierung seltener vor.

Sehr häufig findet sich bei der weißen Rasse Tätowierung bei den Angehörigen der unteren Volksschichten, bestimmter Berufe (Seeleute), bei Verbrechern. Man hat daraus weitgehende Schlüsse gezogen auf die psychischen und moralischen Eigenschaften der betreffenden Personen. Wieweit solche Schlüsse berechtigt sind, ist sehr zweifelhaft.

Riedel und Bälz entdeckten an neugeborenen Mongolenkindern blaue Hautstellen in der Kreuzbeingegend und oft auch in anderen Gegenden. Bälz fand diese „blauen Mongolenflecke" außer bei Japanern auch bei koreanischen, chinesischen und malaiischen Kindern; er hält sie für ein wesentliches Merkmal der ganzen mongolischen Rasse. Auch bei Indianerkindern und bei

Digitized by Google

Eskimokindern zeigen sich die erwähnten blauen Flecke. Weitere Beobachtungen haben gezeigt, daß diese Flecke auch bei Kindern der weißen Rasse vorkommen, doch ist der Pigmentgehalt geringer. — Eine sichere Deutung der Befunde ist noch nicht möglich. Sie stellen aber jedenfalls einen letzten Rest aus alter, vielleicht vormenschlicher Zeit dar.

b) Stratum granulosum. *Figg. 242, 244, 251, 253.*

In den Zellen dieser nur aus wenigen Lagen bestehenden Schicht machen sich die ersten Zeichen der Verhornung geltend. Im Zellkörper finden sich nämlich stark glänzende Körper oder Tropfen von Eleïdin (Keratohyalin), einer Übergangsstufe zu Keratin. Indem diese Tropfen zusammenfließen oder sich gelöst haben, entsteht das Stratum lucidum. An Stellen mit dünner Epidermis ist das Stratum granulosum dünn und von Lücken unterbrochen, während ein Stratum lucidum ganz fehlen kann.

c) Stratum lucidum. *Figg. 242, 251, 253.*

Eine gleichmäßig glänzende Schicht, welche ebenfalls nur wenige Zellen mächtig ist und aus der vorigen hervorgeht. Ihr folgt das

d) Stratum corneum. *Figg. 242, 251, 253.*

Breiter als die vorhergehenden, an Stellen mit dicker Epidermis aus vielen platten Schichten bestehend; durchscheinend und farblos oder leicht gelblich, während die Keimschicht gelblichweiße, bräunliche bis schwarzbraune Farbe hat; die Elemente dieser Schicht werden Hornplättchen oder Epidermisschüppchen genannt. In diesen sind unter dem Einflusse der Luft alle nicht verhornten Teile der Zelle vertrocknet; der Kern ist bis auf Reste untergegangen. Lebensvorgänge finden in diesen Schüppchen nicht mehr statt. Jede Zelle enthält ein feines Keratin-Maschenwerk und eine starke Keratinhülle, so daß platte Hornkapseln aus den einzelnen Zellen geworden sind. Spuren von Interzellularräumen und von verhornten Interzellularbrücken können durch geeignete Behandlungsmethoden nachgewiesen werden. In kaustischen Alkalien quellen die Epidermischüppchen zu länglich-runden Bläschen auf, an welchen die Wand deutlich zu sehen ist. Das Stratum corneum enthält auch Fett als diffuse Durchtränkung; es wird durch Osmiumsäure schwarz gefärbt; nach geschehener Entfettung bleibt die Färbung aus.

Die oberflächlichen Schüppchen schilfern ab, die tieferen rücken nach, die Zellen der Keimschicht verwandeln sich in solche der Hornschicht. Der dadurch bedingte Substanzverlust an Hornschüppchen beträgt nach einer (zu hoch gehenden) Schätzung von Moleschott täglich 14 Gramm. Funke dagegen setzt die tägliche Abschuppung auf 6 Gramm (mit 0,71 g Stickstoff) an.

Bei einer Reihe von Säugetieren werden die Zellen der äußeren Schicht nicht einzeln abgestoßen, sondern es kommt zur Ausbildung eines zusammenhängenden Häutchens. Bei den Embryonen mancher Säugetiere umgibt eine feine, besondere Hülle den Körper; unter ihr sieht man deutlich die Haare des Tieres. So besonders schön bei Bradypus (Welcker), weniger vollständig beim Schwein. Diese Schicht, Epitrichium, auch Natternhemd genannt, ist nichts anderes als die abgehobene oberflächliche Hornschicht.

Adachi, B., Hautpigmente bei dem Menschen und den Affen. Anat. Anz., 21. Bd., 1902. Im Corium der Menschenhaut sind 2 Arten bindegewebiger Pigmentzellen: kleine, meist höher gelegene, und große, meist tiefliegende. Rabl, H., Untersuchungen über die menschliche Oberhaut und ihre Anhangsgebilde mit besonderer Rücksicht auf Verhornung. Arch. f. mikr. Anat., 48. Bd., 1897. — Weidenreich, F., Über Bau und Verhornung der menschl. Oberhaut. Arch. f. mikr.

Digitized by Google

Anat., 56. Bd. — Derselbe, Weitere Mitteilungen über den Bau der Hornschicht der menschlichen Epidermis und ihren sogen. Fettgehalt. Arch. f. mikr. Anat. u. Entw., 57. Bd., 1901. — Weski, O., Zur Eleidindarstellung. Anat. Hefte Nr. 54, 1901.

II. Lederhaut, Corium. Figg. 245—251.

Die Lederhaut hat im ganzen eine Dicke von 0,3 bis 2,4 mm und mißt an den meisten Orten 0,5 bis 1,7 mm. Sie besteht aus dem an die Epidermis angrenzenden Corpus papillare und aus der Tunica propria. Beide Schichten sind jedoch nicht scharf voneinander getrennt, sondern gehen ganz allmählich ineinander über. Beide Schichten sind vorzugsweise aus netzartig sich durchflechtenden Bindegewebsbündeln zusammengesetzt, welchen elastische Fasern, Zellen und glatte Muskelfasern beigemischt sind. Im Corpus papillare sind die Bindegewebsbündel fein und zu einem dichten Geflecht vereinigt, welches sich auch in die Papillen fortsetzt.

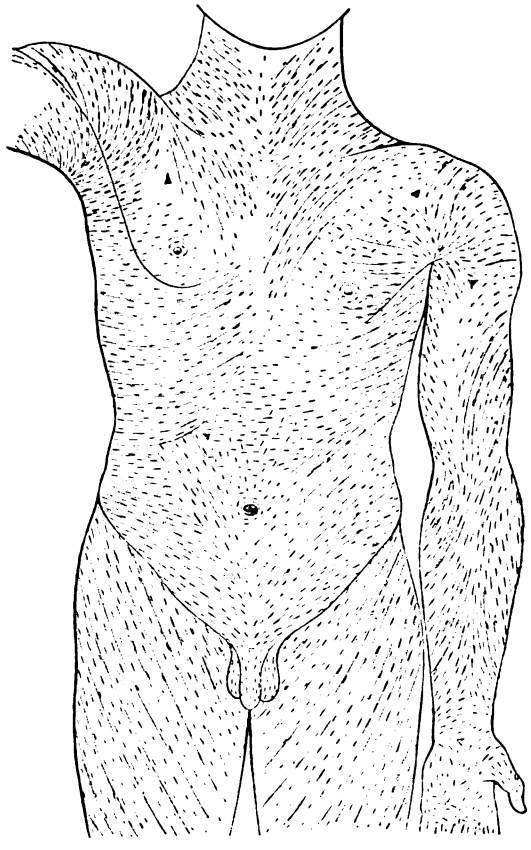


Fig. 245.
Die Spaltrichtungen der Haut. (C. Langer.)

In der Tunica propria sind die Bündel gröber und das Geflecht der sich kreuzenden Bündel ist viel grobmaschiger. Die elastischen Fasern umspinnen die Bindegewebsbündel, durchdringen das ganze Gewebe und bilden im Corpus papillare feinere, in der Tunica propria gröbere Netze. Die Zellen sind teils platte und spindelförmige Bindegewebszellen, teils pigmentierte Bindegewebszellen, teils Leucocyten und Fettzellen. Die Muskelfasern, größtenteils der glatten Muskulatur angehörig, ordnen sich nur stellenweise zu zusammenhängenden Schichten, wie in der Tunica dartos des Skrotum, im Warzenhofe und in der Brustwarze, zumeist aber finden sie sich in kleine Bündel verteilt überall in der Lederhaut und stehen hier in näherer Beziehung zu den Haarbälgen. Gestreifte Muskelfasern kommen als Ausstrahlungen der mimischen Muskeln reichlich in der Haut des Gesichts vor.

Das bindegewebige Gerüst, aus welchem die Tunica propria besteht, ist aber nicht etwa ein regelloser Faserfilz, sondern es bildet ein wesentlich in der Fläche angelegtes wohlgeordnetes Gitterwerk von bald annähernd rechtwinkeligen, bald rautenförmigen Maschen, welche bei mehr parallelem Verlauf der Bündel sich immer enger gestalten. Durch Spannung der Faserzüge, wie sie durch Gelenkbewegungen veranlaßt wird, können die Züge in fast parallele Anordnung gelegt werden, so daß es unschwer gelingt, gespannte Hautstücke in riemenförmige Streifen

Digitized by Google

zu zerreißen. Bei dem Nachlassen der Spannung kehrt das Gewebe wieder in die Ruhelage zurück.

Mit kegelförmigen Instrumenten, z. B. mit drehrunden Ahlen erzeugte große runde Stiche in der Haut nehmen unmittelbar nach der Zurückziehung des Instrumentes an den meisten Körperstellen eine lineare Spaltform an. Die Spaltrichtungen entsprechen den Hauptverlaufsrichtungen der Bindegewebsbündel der Haut. Siehe Fig. 245.

Wie schon früher bemerkt, befindet sich die Haut auf dem Körper beständig im Zustande einer gewissen Spannung und drückt mit geringer Kraft auf die Unterlage. Diese Spannung ist an dem einen Ort eine allseitig gleichmäßige, an dem anderen eine ungleichmäßige. Wird an einem Ort der ersteren Art ein kreisförmig aufgezeichnetes Stück Haut ausgeschnitten, so bleibt sowohl die Lochstelle als das ausgeschnittene Hautstück kreisförmig; erstere aber wird größer, letzteres kleiner. Anders ist es an einer Stelle von ungleichmäßiger Spannung. Hier nehmen das kreisförmig ausgeschnittene Hautstück und die Lochstelle elliptische Form an; aber die langen Achsen beider Ellipsen stehen senkrecht aufeinander.

Fig. 246.

Fig. 247.

Fig. 247 *A*. **Durchschnitt der leisten- und papillentragenden Haut, senkrecht zum Längsverlauf der Leisten.**
p Papillarkörper der Lederhaut; *g* (dunkel) Stratum germinativum der Epidermis; *c* Stratum corneum derselben. 1 Furche; 2 Kuppe der Hautleiste mit der Mündung eines Schweißkanals *(s)*; 3 Zwischenleistenfurche (Sulcus intercristalis); 4 Sulcus interpapillaris.

Fig. 247 *B*. **Ein ebensolcher Durchschnitt mit mehrfachen Papillen in jeder Papillenreihe.**
Bezeichnung wie vorher; *s'*, *s'* Schweißkanäle. Die Epidermis ist entfernt, nur die Außenseite des Papillarkörpers ist dargestellt.

Fig. 246. **Stückchen Lederhaut eines Fingers nach Entfernung der Epidermis** (bei auffallendem Lichte). Vergr. 15 : 1. (Nach Photogramm.)
Die breiten dunklen Linien entsprechen den Zwischenleistenfurchen. Die zwischen ihnen befindlichen breiten helleren Streifen zeigen je zwei Papillenreihen; die feinen dunklen Längslinien zwischen je zwei Papillenreihen sind die Sulci interpapillares, welche von den Schweißdrüsengängen zu ihrer Bahn benutzt werden.

Die besonderen Eigentümlichkeiten des Corpus papillare der Lederhaut sprechen sich, worauf der Name hinweist, in dem Besitze von Papillen aus. Die Papillae corii, Hautwärzchen, sind kleine, halbdurchscheinende, biegsame, jedoch ziemlich feste Erhabenheiten der äußeren Fläche der Lederhaut, von walzen- oder kegelförmiger Gestalt. Sie sind entweder einfach oder laufen in mehrere Spitzen aus und werden einfache und zusammengesetzte Papillen genannt. Eine andere Einteilung unterscheidet Gefäß- und Nervenpapillen; jene enthalten eine Gefäßschlinge, diese außer letzterer ein nervöses Terminalkörperchen, ein sogenanntes Tastkörperchen. Papillen mehr oder minder hoher Art sind fast über den ganzen Körper zerstreut und sitzen häufig auf besonderen Hervorragungen: Papillenstöcken und Leisten der Lederhaut. Ungemein zahlreich sind die Papillen auf der volaren Handfläche und an der Fußsohle. Sie sitzen hier zugleich auf jenen regelmäßig angeordneten, 0,2 bis 0,7 mm breiten, 0,1 bis 0,4 mm hohen langgestreckten Erhabenheiten, den Leisten der Lederhaut, die nichts anderes sind als langgestreckte Papillenstöcke. Auf diesen Leisten erheben sich

Digitized by Google

die Papillen in zwei Hauptreihen. Zwischen den beiden Papillenreihen ziehen in regelmäßigen Abständen die Schweißgänge senkrecht zur Oberfläche. Figg. 246, 247.

Dem Angegebenen entsprechend sind an allen Stellen, welche sich durch den Besitz von regelmäßigen Leisten auszeichnen, zwei Furchenarten an der Oberfläche des Corpus papillare enthalten; eine Furchenart hat zwischen den Leisten (Sulci intercristales), die andere zwischen den Papillenreihen (Sulci interpapillares) ihre Lage (Fig. 247 B). Beide Arten von Furchen werden notwendigerweise von ebenso gestalteten unteren Vorsprüngen der Epidermis ausgefüllt, sowie auch sämtliche Papillen in Höhlungen der Epidermis hineinragen. Jene unteren Vorsprünge der Epidermis, welche den Furchen der Lederhaut entsprechen, sind demnach teils interkristale, teils interpapillare Vorsprünge; an letzteren haften die Ausführungsgänge der Schweißdrüsen. Die interkristalen Furchen der Lederhaut sind auch an der äußeren Oberfläche der Epidermis als Furchen ausgeprägt, Sulci cutis, während die interpapillaren Furchen von den epidermalen Zellenlagern vollständig überwölbt und daher äußerlich nicht gesehen werden. Wohl aber sind die Mündungen der Schweißdrüsen, Pori sudoriferi, als kleine Eindrücke in den Wülsten sichtbar, welche zwischen den interkristalen Furchen liegen und also je einer Leiste mit zwei Papillenreihen entsprechen.

Sehr dicht stehende Papillen tragen die Labia minora, die Clitoris, der Penis, die Papilla mammae. Die Höhe der Papillen beträgt im Mittel 55–100 μ. Die längsten von 110—225 μ finden sich an dem Handteller und der Fußsohle. Die Breite der Papillen ist gewöhnlich $^3/_4$ oder $^1/_2$ der Länge.

An gewissen Stellen des Handtellers und der Fußsohle springt die äußere Haut in Form größerer Hügel von länglicher oder rundlicher Form vor und erzeugt so die Tastballen; Toruli tactiles, der betreffenden Gegenden (s. den eigenen Körper). Jeder dieser Hügel ist stärker mit Fettgewebe unterpolstert, doch kommen in diesem Fettpolster auch zahlreiche Gruppen von Vater-Pacinischen Terminalkörperchen vor; ferner entspricht jedem Tastballen eine Oberflächenvergrößerung des betreffenden Hautgebietes.

Man unterscheidet Tastballen dreier Ordnungen, oder 1. distale, 2. intermediäre und 3. proximale, auch terminale, metakarpale (metatarsale) und karpale (tarsale) Tastballen genannt.

a) Terminale Tastballen. Fig. 248.

Ihrer besitzt die menschliche Hand fünf; je einen für die volare Fläche des Nagelgliedes eines jeden Fingers. Sie kommen für den Tastapparat um so mehr in erster Linie in Betracht, als sie nicht allein an den Enden der beweglichen Finger, d. i. an den mit der größten Exkursionsfähigkeit ausgestatteten Endausläufern der ganzen Extremität vorkommen und am reichsten mit Nerven ausgestattet sind, sondern auch, weil ihnen in der Nagelplatte ein wichtiger Gegensatz gegenüberliegt, welcher mit Nachdruck die volare Funktion in den Vordergrund stellt. Ebenso besteht ein Gegensatz in der Blutabfuhr; die volare Seite ist in dieser Hinsicht die Nerven-, die dorsale die Blutseite der Extremitäten (s. Abt. III, S. 416).

b) Metakarpale Tastballen. Fig. 248.

Ihrer sind an der menschlichen Hand nur drei deutlich unterscheidbar. Sie befinden sich im distalen Teil der Haut der Hohlhand, unmittelbar an den

Digitized by Google

interdigitalen Spalten der vier ulnaren Finger, gehören also auch dem basalen Gebiet der ersten Fingerglieder an. Ihre Form ist länglich, spindelartig. Der

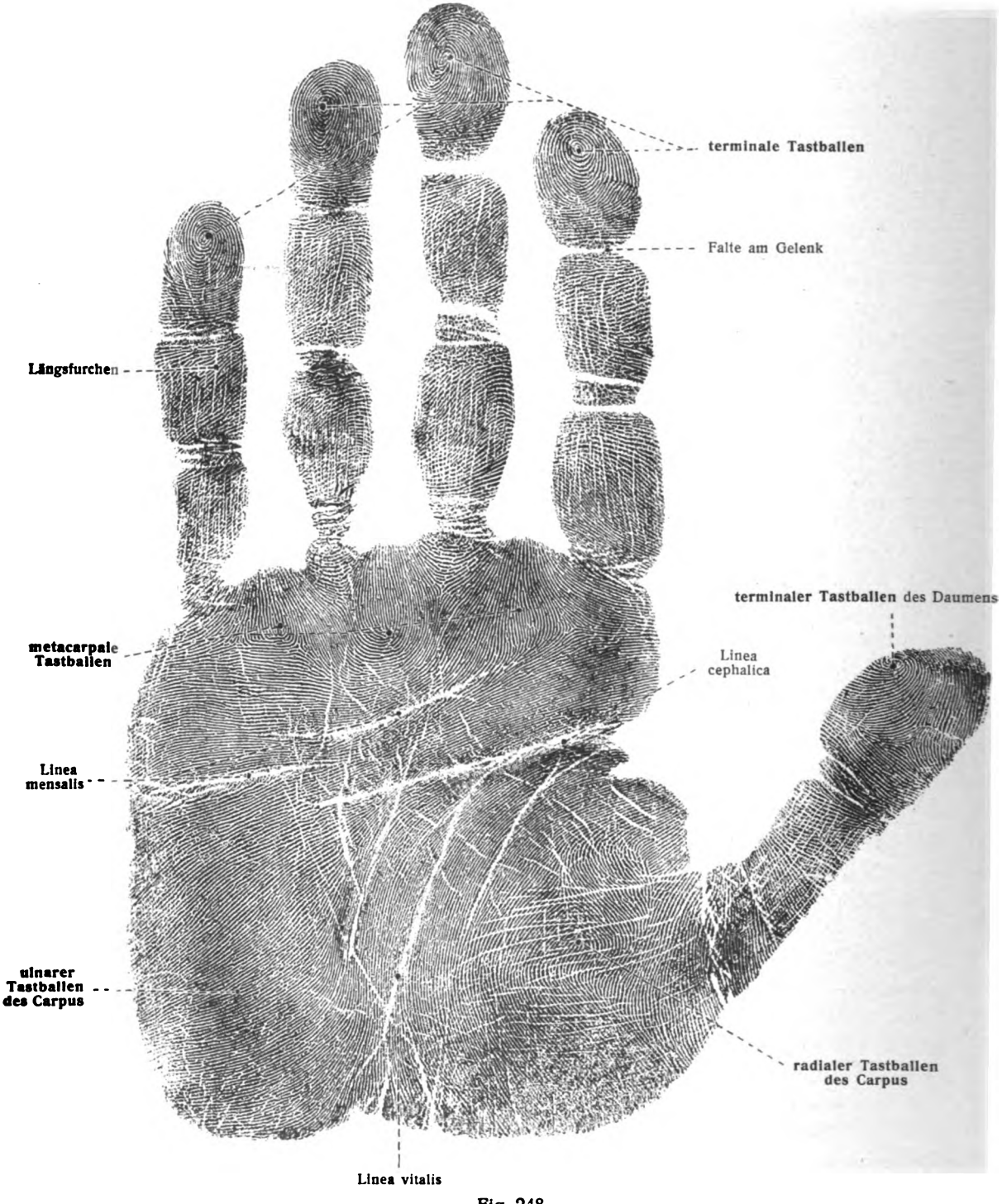


Fig. 248.

Anordnung der Hautleisten und Hautfurchen an der Volarfläche der Hand.
Abdruck der linken Hand eines Mannes ($^1/_1$).

Digitized by Google

entsprechende Tastballen zwischen Daumen und Zeigefinger ist als gesonderter Wulst und gesonderte Zeichnung nicht wahrnehmbar, sondern mit dem radialen Karpalballen in eins zusammengeflossen.

c) Karpale Tastballen. Fig. 248.

Ihrer sind zwei vorhanden, ein radialer und ein ulnarer; sie entsprechen dem Daumen- und Kleinfingerballen, sind aber gegenüber den bei den Affen vorhandenen Gebilden sehr reduzierte Erscheinungen. Überhaupt sind die Tastballen der Affen, abgesehen von den Anthropoiden, welche sich bereits dem Menschen nähern, viel augenfälliger als die des Menschen.

Am Fuße kehren entsprechende Verhältnisse wieder.

Auf den Tastballen zeigen die Cutisleisten besondere Anordnung. Außerhalb der Tastballen, im intermediären Gebiete der Hand und des Fußes, ist die quere Richtung der Leisten vorherrschend. Auf den Tastballen selbst aber ist die kreisförmige und die longitudinale

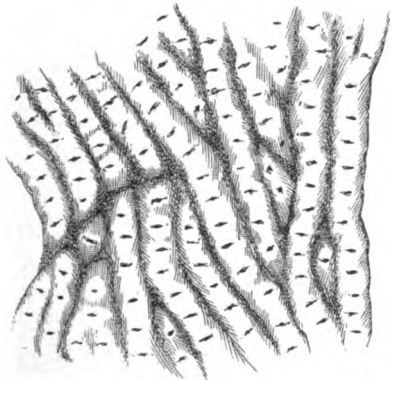


Fig. 249.

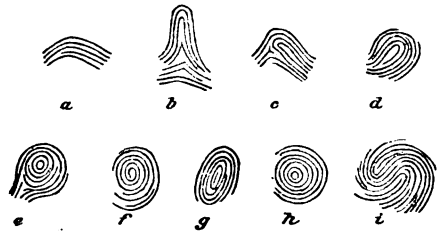


Fig. 250.

Fig. 250. **Die verschiedenen Formen der Leisten der Fingerbeeren** (Purkinje.)

a Striae transversae; *b* Stria centralis; *c* Stria obliqua; *d* Sinus obliquus; *e* Amygdala; *f* Spirula; *g* Ellipsis; *h* Circulus; *i* Vortex duplicatus.

Fig. 249. **Cristae und Sulci cutis von der Volarfläche des Daumens** (mit Epidermisbedeckung). 10:1. Man übersieht die Anordnung der Leisten, wie sie teilweise parallel zueinander verlaufen, teilweise schräg gegeneinander stoßen. Die Schweißdrüsenöffnungen treten als kleine Querfurchen hervor.

Richtung eine häufige Erscheinung. Infolge dieser Richtungsänderung treten die Tastballen um so deutlicher als Besonderheiten hervor.

Am längsten bekannt sind die meist Tastrosetten benannten Leistengruppen der Fingerbeeren, d. h. der terminalen Tastballen der Finger. Purkinje unterschied hier folgende 9 Formen: Striae transversae, Stria centralis, Stria obliqua, Sinus obliquus, Amygdala, Spirula, Ellipsis, Circulus, Vortex duplicatus. Hierzu kommt nach den Untersuchungen von A. Kollmann noch die 10. Form als Längsleisten-Gruppe oder Simiadentypus (s. Fig. 250).

Da mehrere dieser Formen einander nahestehen, lassen sich folgende fünf als Hauptformen bezeichnen: die Querleisten, der Längsbogen, die Längsstreifen, der Kreis, der Wirbel.

Natürlich kommen die Tastballen nur zu ihrer funktionellen Bedeutung durch die reiche Verbindung mit dem Nervensystem. An und für sich bedeutet die Gyrifizierung der Haut nur eine besondere Wachstumsrichtung innerhalb des zuständigen Epithelgebietes; denn es wurde schon darauf aufmerksam gemacht, daß der Papillarkörper der Haut Faltungsvorgängen im wachsenden Epithel seine Entstehung verdankt.

III. Unterhautgewebe, Tela subcutanea. Figg. 251, 254.

Von der inneren Fläche der Tunica propria erstrecken sich stärkere weißliche Faserzüge Retinacula cutis in die Tiefe, welche die Haut an die Fascien oder an das Periost befestigen. An gewissen Orten gestalten sich diese Retinacula zu derben Strängen und Platten. Bindegewebige Fortsätze begleiten auch die das subkutane Gewebe durchziehenden Gefäße, Nerven, Drüsengänge, Haarbälge.

Digitized by Google

Durch seitliche Verbindungen der Retinacula miteinander werden kleinere oder größere Räume hervorgebracht, welche meist von Fettgewebe erfüllt sind. So kommt es zur Ausbildung eines mehr oder weniger dicken Fettlagers, der Fetthaut, Panniculus adiposus. Der Panniculus adiposus kann durch starke, horizontal ziehende, bindegewebig-elastische Blätter in flächenhafte Abteilungen geschieden werden.

Am Schädelgewölbe, an Stirn und Nase hat der Panniculus adiposus 2 mm Dicke, erreicht an den meisten übrigen Gegenden des Körpers 4—9 mm, bei fettleibigen Personen nicht selten 30 mm und mehr, Hände und Fußrücken ausgenommen, an welchen die Zunahme geringer ist. An gewissen Stellen sind besondere Fettanhäufungen vorhanden, so das Corpus adiposum buccae (Abt. III, S. 109), so in der Fossa supraclavicularis, in der Achselhöhle, Leistengegend, am Mons pubis, in der Fossa ischiorectalis, in der Kniekehle. Eine kräftige Ausbildung erfährt der Panniculus adiposus ferner bei gut genährten Individuen an der Brust, in der Umgebung der Milchdrüsen, an den Wangen, am Bauch, in der Gesäßgegend, auch am Oberschenkel und an den Armen.

Das Unterhautfettpolster bildet eine gewaltige Vorratsstätte aufgespeicherten Materials, dessen sich der Organismus nach Bedürfnis bedienen kann, um es zur Verbrennung oder Ablagerung an anderen Orten zu bringen oder für Sekretionszwecke zu benützen.

Zur Ausbildung eines kräftigen Panniculus adiposus ist das weibliche Geschlecht im allgemeinen geneigter als das männliche. Es wurde schon erwähnt, daß das Gewicht der Fetthaut im ganzen sehr beträchtliche Werte erreicht (s. oben S. 185). Übermäßige Fettentwicklung besteht in der sogenannten Steatopygie der Hottentottenweiber, bei welchen das Gesäß sich durch Fettbildung zu einem ungeheuren Umfange entwickelt, der auch auf die Hüft- und Oberschenkelgegend sich fortsetzt.

Nicht an allen Stellen des Körpers nimmt jedoch das subkutane Gewebe Fett auf, es gibt dauernd fettlose oder sehr fettarme Gebiete der Subcutis; so an den Augenlidern, am Penis, am Scrotum, an der Clitoris, an der Labia minora. Wenig Unterhautfettgewebe ist auch in der Haut des äußeren Ohres, der Nase, der Lippen enthalten.

An gewissen Stellen besteht das subkutane Gewebe wesentlich aus glatter Muskulatur, so am Scrotum, wo es den Namen Fleischhaut, Tunica dartos, erhalten hat; ebenso in den vorderen Teilen des Mittelfleisches (Perineum).

Besondere Gebilde der Subcutis sind deren Schleimbeutel, Bursae mucosae cubcutaneae. Sie kommen an Orten zum Vorschein, wo die Innenfläche der Haut an Knochen- oder Knorpelvorsprüngen Reibungen unterliegt. Sie sind größere einfache oder gekammerte Räume im Unterhautbindegewebe, welche klebrige Flüssigkeit enthalten und eine bindegewebig-elastische Umwandung besitzen. Endotheliale Bekleidung der übrigens glatten, mit vielen Unebenheiten versehenen Innenfläche fehlt oder ist nur spurweise vorhanden. Ihre Gestalt ist platt-rundlich oder ellipsoidisch.

Sie werden zum größten Teil in der Muskellehre genannt, sollen hier aber übersichtlich zusammengestellt werden.

Ein konstantes oder doch häufiges Vorkommen zeigen die folgenden:

Bursa subcutanea anguli mandibulae;
" " praementalis (unter dem Kinn gelegen);
" " prominentiae laryngeae;
" " sacralis;
" " coccygea;
" " olecrani;
" " trochanterica;
" " praepatellaris;
" " infrapatellaris;
" " calcanea.

Digitized by Google

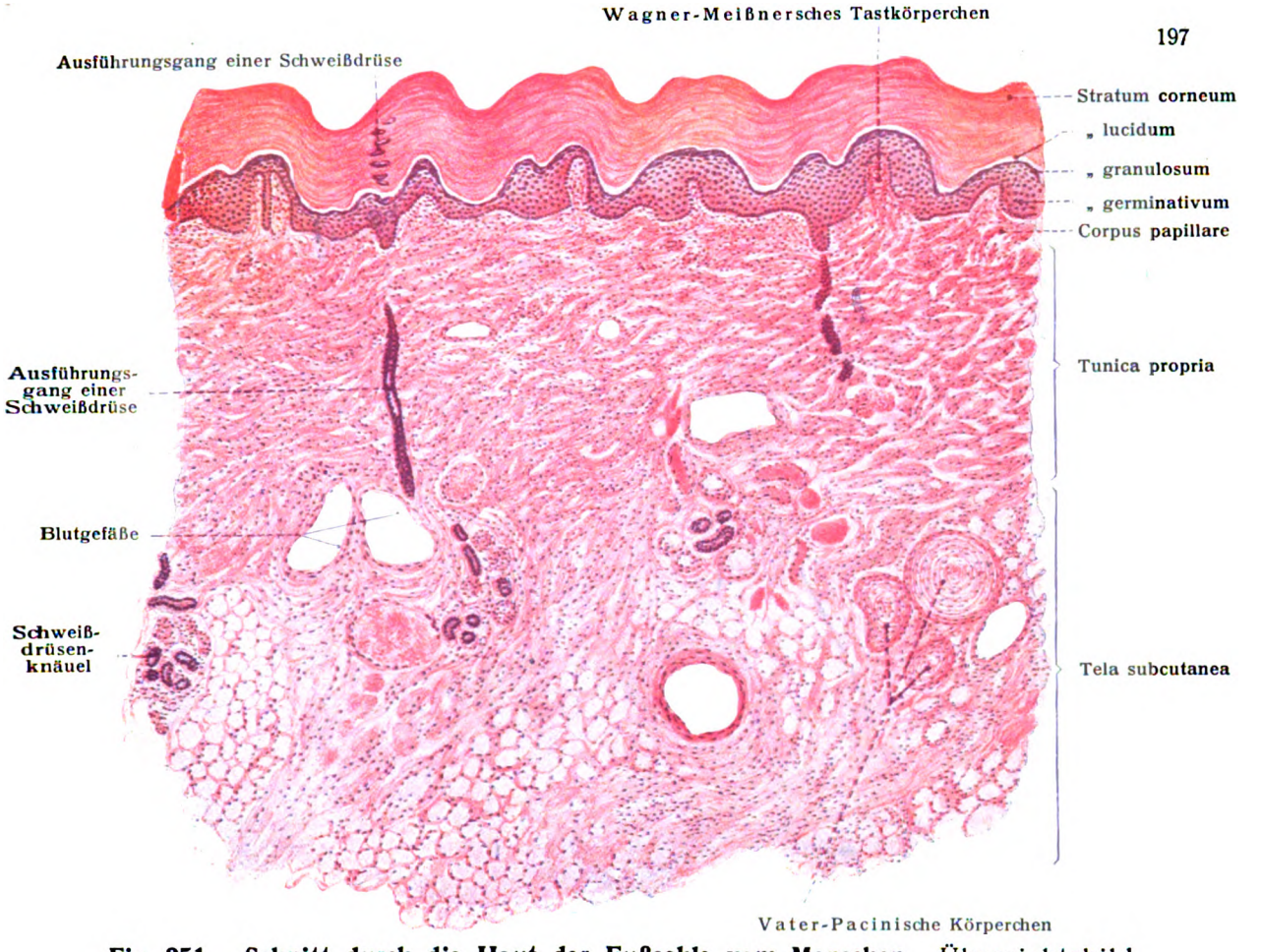


Fig. 251. Schnitt durch die Haut der Fußsohle vom Menschen. Übersichtsbild.
Der Schnitt verläuft senkrecht zur Richtung der Hautleisten.

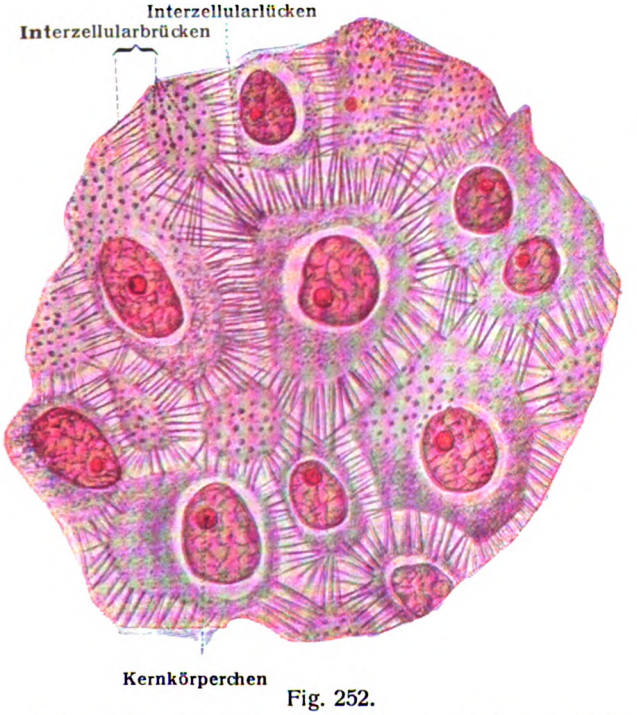


Fig. 252.

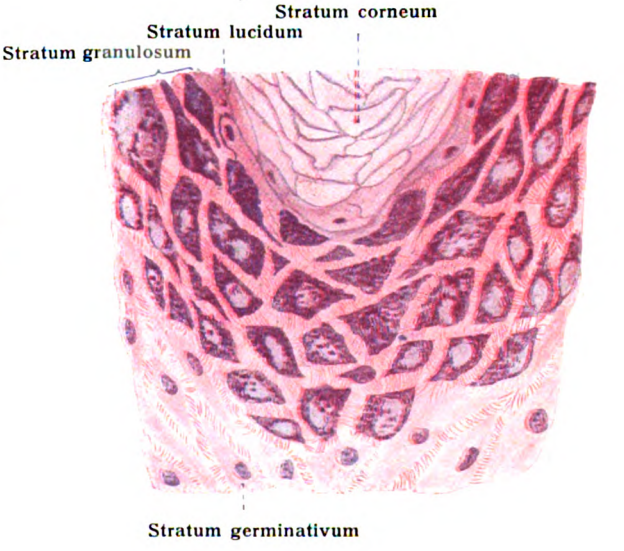


Fig. 253.

Fig. 252. Interzellularbrücken und Interzellularlücken. Schnitt durch die Epidermis des Menschen.
Die Interzellularlücken sind etwas erweitert. 1000 : 1.

Fig. 253. Verhornungszone der Epidermis. Haut der Fußsohle vom Menschen.

Digitized by Google

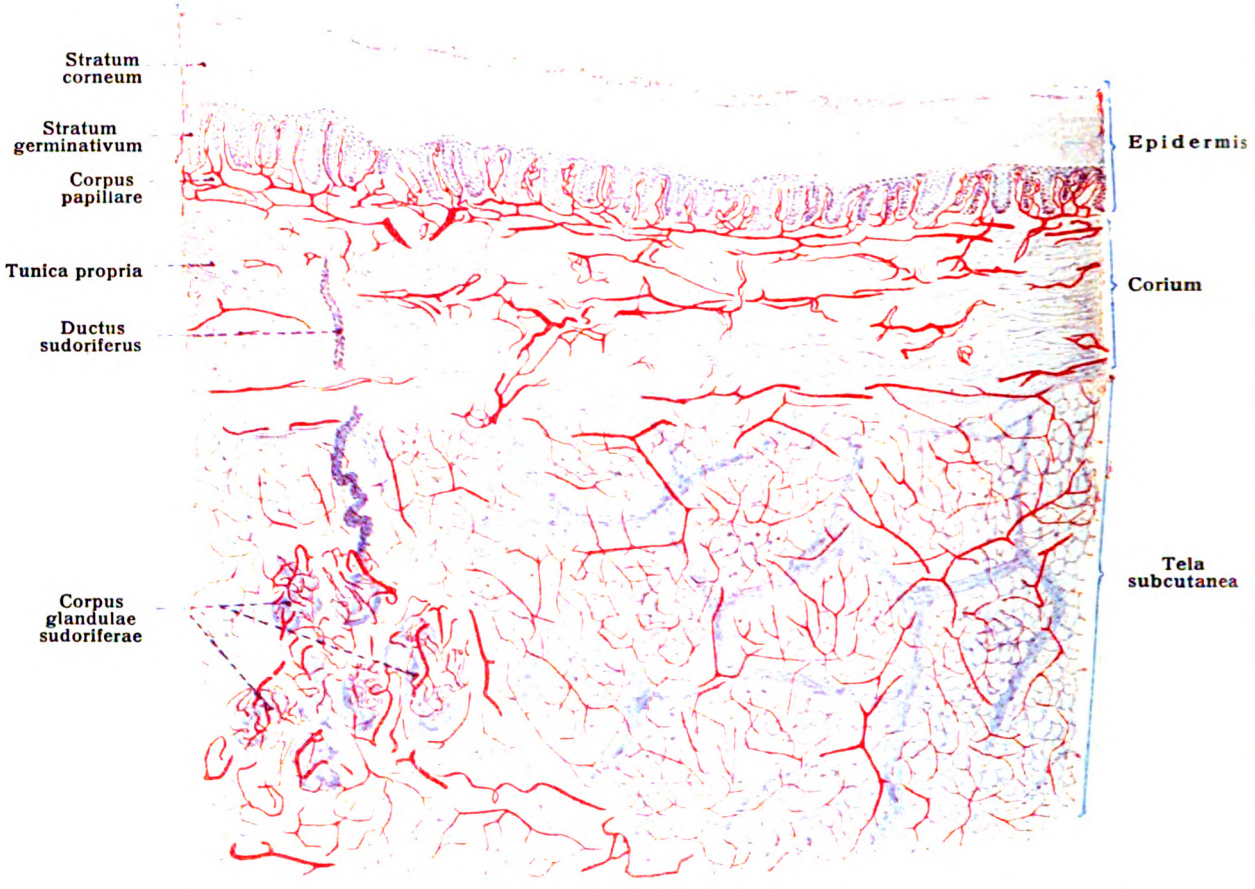


Fig. 254. Blutgefäße der Haut rot injiziert. Von der Fußsohle des Menschen.

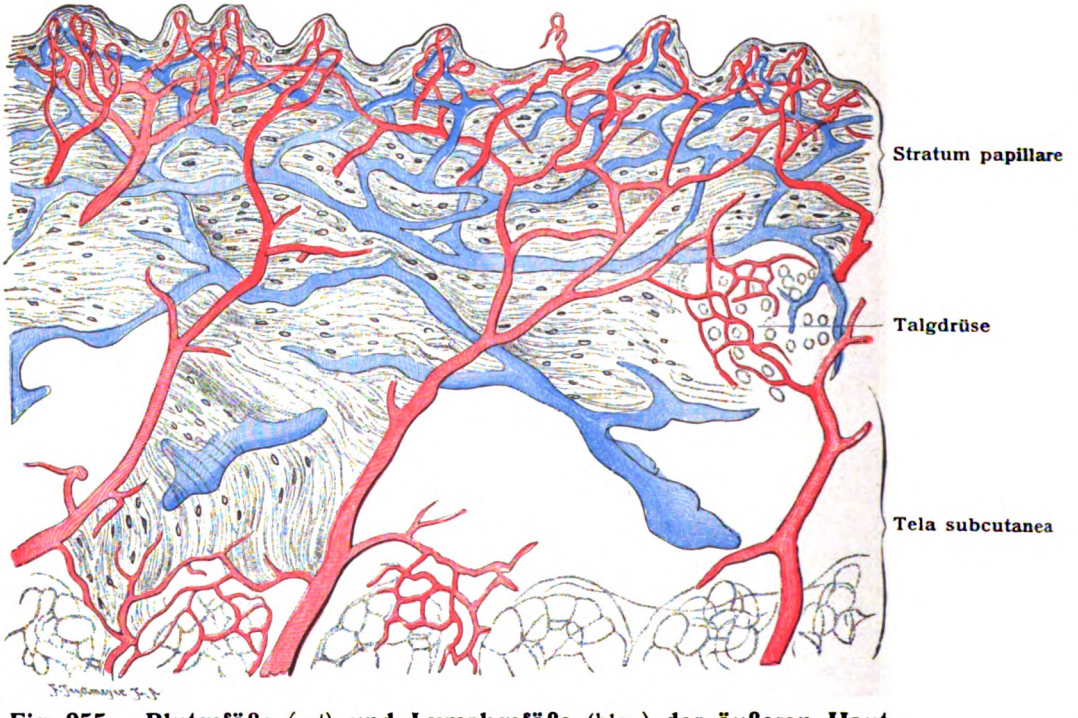


Fig. 255. Blutgefäße (rot) **und Lymphgefäße** (blau) **der äußeren Haut.**
Fingerhaut vom Neugeborenen. Die Epidermis ist entfernt. (Nach J. Neumann aus v. Brunn.)

Digitized by Google

Andere häufig vorkommende subkutane Schleimbeutel sind:

Bursa(ae) subcutanea(ae) acromialis;
" " spinae scapulae;
" " epicondyli humeri lat. et medialis;
" " metacarpophalangeae dorsales;
" " digitorum dorsales;
" " spinae iliacae ant. sup.;
" " condylorum femoris;
" " " tibiae;
" " tuberositatis tibiae;
" " cristae tibiae (es können mehrere aufeinander folgen);
" " malleoli lat. et medialis;
" " tuberositatis ossis metatarsalis V.;
" " dorsales digitorum pedis.

Alle diese Schleimbeutel haben außer der morphologischen eine große praktische Bedeutung, da sie zu großen Geschwülsten Veranlassung geben können.

Einen Gegensatz zu diesen Substanzerweichungen der Haut bilden die auf äußere langdauernde Einwirkungen zustande kommenden Verknöcherungen. An verschiedenen Stellen der Lederhaut, welche langdauernder Druckeinwirkung ausgesetzt waren, sind Ossifikationen beobachtet worden. Hierher gehören die sogenannten Exerzierknochen der Haut.

10. Gefäße der Haut. Figg. 254—257, 282.

Die Ursprünge der Hautarterien aus den tiefen Gefäßen sind (wie Manchot zeigte) in manchen Gebieten starken Schwankungen unterworfen; auch die Austrittstellen aus den Muskellagern zeigen häufigen Wechsel. In den Verbreitungsgebieten und Richtungsverhältnissen dagegen herrscht große Regelmäßigkeit.

Die metamere Form des Arteriensystemes kommt naturgemäß auch in der Anordnung der Hautgefäße zur Geltung. Zeigt die Haut auch keine metameren Unterbrechungen, so teilt die Verbreitung ihrer Gefäße und Nerven dennoch das ganze Gebiet der Haut in Dermatomeren ab, die begreiflicherweise am Rumpfe am deutlichsten sich ausprägen. Keineswegs jedoch geschieht die Ausbreitung der segmentalen Hautarterien im Sinne von Endarterien (siehe Abt. III, S. 226); denn es fehlt nicht an Anastomosen mit den Nachbargefäßen. Die Hautäste der Rami posteriores aus den Aa. intercostales, lumbales, sacrales laterales, die durchbohrenden Hautzweige der Interkostal- und Lendenarterien im seitlichen Brust- und Bauchgebiet kommen alle zwischen je zwei Wirbelrippensegmenten zum Austritt aus der Muskellage; sie breiten sich in der Haut parallel den Rippen aus. Auch im vorderen Brustgebiet ist die metamere Gliederung teilweise noch erkennbar; doch treten hier, sowie im vorderen Bauchgebiet Modifikationen zutage; solche erleidet auch das Hautgefäßgebiet im Bereich des M. trapezius. Im vorderen Brust- und Bauchgebiet wird durch den starken Ramus cutaneus der A. mammaria interna im II. Interkostalraum das metamere Bild zum großen Teil verwischt. (C. Manchot, Die Hautarterien des menschlichen Körpers. Leipzig, 1889.)

Im Bauchgebiet bedingen die Aa. epigastricae superficiales superior und inferior sowie die Rami abdominales der Aa. pudendae externae als Längsgefäße gewisse Abweichungen, indem sie die Querrichtung kreuzen. Sie teilen diese Besonderheit mit allen übrigen Längsgefäßen (siehe hierüber Abt. III, S. 220).

Die Anordnung der Venen-, Lymphgefäß- und Nervenstämme der Haut zeigt im allgemeinen eine große Übereinstimmung mit den Verhältnissen ihrer Arterien, um so größer, je mehr die

Digitized by Google

metamere Grundlage hervortritt. Je mehr aber spätere Wachstumsverhältnisse eingreifen, um so geringer pflegt die Übereinstimmung zu sein.

Je nach der Anordnung der Gefäße und ihrer Äste lassen sich zwei Hauptformen der Gefäßverzweigung unterscheiden.

1. Die seltenere Form macht sich dadurch geltend, daß eine größere Anzahl von Arterien ziemlich gleichen Kalibers senkrecht aus der Tiefe hervortritt und

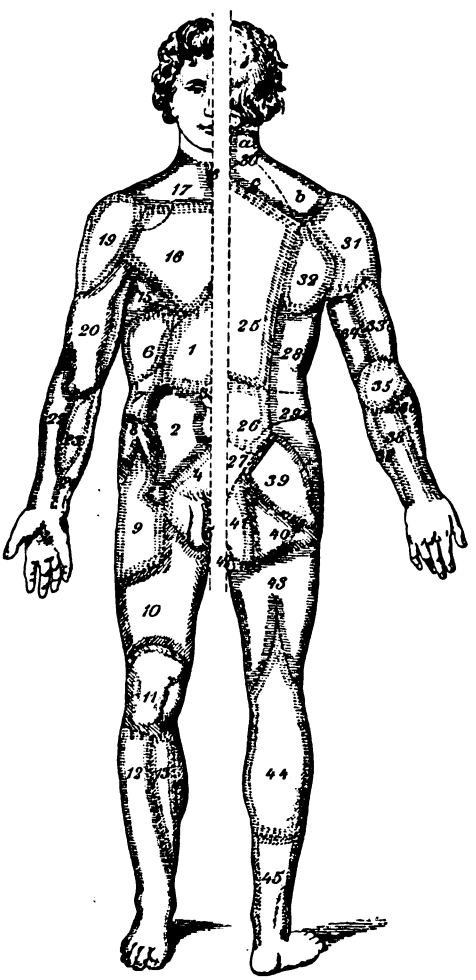


Fig. 256.

1. Hautgebiet der A. epigastrica superficialis superior,
2. „ „ A. epigastrica superficialis inferior,
3. „ „ Aa. epigastrica superior und inferior,
4. „ „ Aa. pudendae externae,
5. „ „ Aa. dorsales penis,
6. „ „ Rr. cutanei laterales aus den Aa. intercostales,
7. „ „ Rr. cutanei laterales aus den Aa. lumbales,
8. „ „ A. circumfl. ilium superficialis,
9. „ „ A. profunda femoris (Aa. circumflexae femoris),
10. „ „ A. femoralis,
11. „ des Rete superficiale genus,
12. „ der A. tibialis anterior,
13. „ „ A. tibialis posterior,
14. „ „ A. poplitea (Aa. surales),
15. „ „ A. thoracalis lat.,
15a. „ „ A. thoracoacromialis,
16. „ „ Rr. cutanei der A. mammaria int.,
17. „ des Truncus thyreocervicalis,
18. „ der A. thyreoidea superior,
19. „ „ A. deltoidea subcutanea anterior,
20. „ „ A. brachialis,
21. „ „ A. collateralis ulnaris superior,
22. „ „ A. radialis,
23. „ „ A. mediana,
24. „ „ A. ulnaris,
25. „ „ Rr. posteriores aus den Aa. intercostales,
26. „ „ Rr. posteriores aus den Aa. lumbales,
27. „ „ Rr. posteriores aus den Aa. sacrales,
28. „ „ Rr. cutanei posteriores der Aa. intercostales,
29. „ „ Rr. cutanei posteriores der Aa. lumbales,
30. „ des Truncus thyreocervicalis,
    a) der A. cervicalis superficialis,
    b) der A. transversa scapulae,
    c) der A. transversa colli,
31. „ der A. deltoidea subcutanea posterior,
32. „ „ A. circumfl. scapulae superficialis,
33. „ „ A. collateralis radialis,
34. „ „ A. collateralis ulnaris superior,
35. „ des Rete cubitale,
36. „ der A. radialis,
37. „ „ A. ulnaris,
38. „ „ Aa. interossea dorsalis et volaris,
39. „ „ A. glutaea superior,
40. „ „ A. glutaea inferior,
41. „ „ A. pudenda interna,
42. „ „ A. obturatoria,
43. „ „ Rr. perforantes der A. profunda femoris,
44. „ „ A. poplitea,
45. „ „ Aa. tibialis anterior und posterior.

Fig. 256. **Übersichtsschema der Hautarteriengebiete.** (C. Manchot.)

in die Fettschicht eindringt. Nach kurzem Verlauf löst sich jede Arterie in mehrere Aste auf, welche auseinanderweichend gegen die untere Fläche des Corium hinziehen, in dessen unterste Schichten sich eingraben und mit den Ästen benachbarter Gefäße Verbindungen eingehen. Aus diesen gröberen Anastomosen erster Ordnung entspringen etwas feinere Zweige, welche miteinander und mit Nachbarzweigen sich verbinden, sich wieder teilen und verbinden, dadurch engere

Digitized by Google

Anastomosen zweiter Ordnung herstellen, bis ein Netz, das kutane Netz, gebildet ist, welches teilweise in derselben Ebene, teilweise etwas höher gelegen ist, als die ersteren. So verhält es sich am Gesäße, an dem Handteller und der Fußsohle.

2. Die viel häufigere, gewöhnliche Gefäßverteilung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptstämmchen wesentlich geringer an Zahl sind und meist einen viel längeren Verlauf haben. Doch entwickelt sich auch aus ihnen schließlich ein weiteres Anastomosennetz erster, ein engeres Anastomosennetz zweiter Ordnung und das kutane Netz. Gleichwohl ist die Zahl der zuführenden Arterien und ihr Kaliber für die Flächeneinheit der Haut an den einzelnen Stellen verschieden. An Stellen, die häufig äußerem Druck ausgesetzt sind (Handteller und Fußsohle, aber auch Glutäalhaut), sind Zahl und Kaliber größer als an anderen Stellen; auch ist an diesen Stellen das kutane Netz am dichtesten. Da nun überall reichliche Anastomosen stattfinden, so sind die zuführenden Arterien der Haut sicherlich keine Endarterien. An der Fußsohle gehen aus dem kutanen Netz Zweige nach außen, die sich baumförmig verästeln und wiederum miteinander verbinden. Die Anastomosenbögen liegen etwa in der Höhe zwischen dem mittleren und äußeren Drittel der Dicke des Corium oder noch etwas höher; so bilden sie ein subpapillares Netz, dessen einzelne Gefäßchen teilweise in der Richtung der Hautleisten verlaufen. Der Flächeninhalt seiner Maschen beträgt durchschnittlich 0,31 Quadratmillimeter. Alle Gefäße, welche zu den Papillen gehen, entspringen aus den Anastomosenbögen des subpapillaren Netzes stets in Gestalt kleinster Stämmchen, deren Äste meist eine kurze Strecke in der Richtung der Papillenreihen verlaufen, ohne Anastomosen einzugehen; sie entsenden ihre feinen Reiser in die Papillen. Die kleinen, aus dem subpapillaren Netz kommenden Hautgefäße (Arteriolae subpapillares) sind also Endarterien; das von ihnen versorgte Gebiet beträgt im Mittel 0,16 Quadratmillimeter. Fig. 257.

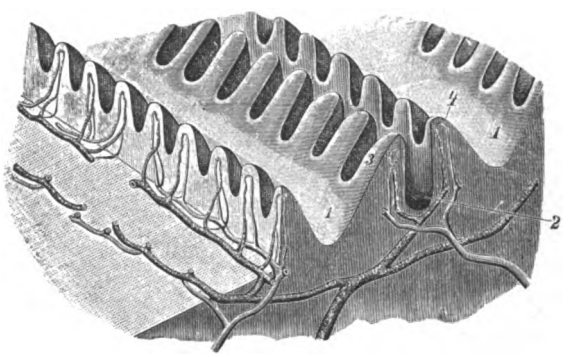


Fig. 257.

Oberster, das Corpus papillare corii darstellender Teil des Spalteholzschen Modells, ohne Epidermis. 50 : 1.

1 Zwischenleistenfurche, auch an der epidermisbedeckten Haut als Furche sichtbar; 2 Sulcus interpapillaris, zwischen den beiden Papillenreihen je einer Leiste gelegen. In dieser Furche steigen die Ausführungsgänge der Schweißdrüsen nach oben; 3 und 4 die beiden Papillenreihen, welche den Sulcus interpapillaris zwischen sich fassen. Die untere Fläche der zugehörigen Epidermis zeigt natürlich das entgegengesetzte Relief.

Das subpapillare Netz findet sich auch an anderen Körperstellen, doch sind die Maschenräume durchschnittlich etwas größer (wenigstens an der Haut des Unterschenkels und des Gesäßes).

Das venöse Blut, welches aus den Papillarschlingen kommt, durchläuft an der Fußsohle mehrere Netze. Von diesen liegt das oberste dicht unter den Papillenreihen, deren jeder eine Längsvene entspricht (Venae subpapillares), die mit den benachbarten durch Querstäbe verbunden wird. Dicht unter diesem liegt ein zweites Netz, das mit dem äußeren durch schräge Äste in Verbindung steht. Ein drittes Venennetz findet sich in der unteren Hälfte des Corium; seine

Digitized by Google

Maschen sind unregelmäßig und meist größer als die der beiden Außennetze. Die einzelnen Venen haben meist feine Begleitvenen als Hauptmerkmal. Hier sind die Venen häufig auch Begleiter der Arterien. Das vierte venöse Netz liegt an der Grenze zwischen Corium und Tela subcutanea, teils dicht über, teils dicht unter der Schweißdrüsenanlage. Auch hier sind feine Begleitgefäße, meist venöser Art, vorhanden. Von den Arterien aber verlaufen die Venen hier meist getrennt.

Ringmuskelfasern finden sich an den arteriellen Gefäßen bis zur Mitte des Corium, an den Venen bis an das vierte Netz, in dem auch Klappen vorzukommen scheinen.

Die Tela subcutanea wird in zweierlei Weise versorgt. Der tiefe Teil des Fettlagers erhält sein Blut durch Äste, die von den Stämmchen abgehen, während sie das Fettlager durchziehen; der oberflächliche Teil erhält sein Blut durch kleine rückläufige Gefäße des Corium; beiderlei Gefäße anastomosieren teilweise miteinander.

Lymphgefäße der Haut. Fig. 255.

Über die größeren Lymphgefäße der Haut siehe Gefäßlehre.

In der Lederhaut bilden die Lymphgefäße ein dichtes äußeres, dem Corpus papillare angehöriges Netz feinerer Gefäßchen, welches in der Tiefe in ein weitmaschiges Netz stärkerer Gefäße übergeht. Von Teichmann wurde zuerst nachgewiesen, daß von dem feineren Außennetze Lymphgefäße auch in die Papillen eindringen, welche in der halben Höhe derselben zu endigen pflegen und den axialen Lymphgefäßen der Darmzotten (Zottensinus) entsprechen. Klappen beginnen erst in den vom tiefen Netze entspringenden Stämmen, welche bald in das Unterhautbindegewebe zu liegen kommen. Vergl. hierüber die neueren Untersuchungen von Unna.

Unna, P., Untersuchungen über die Lymph- und Blutgefäße der äußeren Haut usw. Arch. mikr. Anat., Bd. 72, 1908.

11. Die Nerven der Haut.

Die Haut ist in ihren beiden äußeren Schichten (der Epidermis und dem Corium) eines der nervenreichsten Gebilde des Körpers. Die Versorgung, überall bedeutend, ist jedoch nicht gleichmäßig, sondern gewisse Gebiete, vor allem Handteller und Fußsohle, viele Teile der Gesichtshaut, die Haut der äußeren Geschlechtsorgane, zeigen eine besondere Bevorzugung. Auch die Haare und Hautdrüsen erhalten Nerven, ebenso die Hautmuskeln. An gewissen Orten ist ferner das Unterhautgewebe sehr reich mit Nerven versehen.

Über die Hautnerven der einzelnen Körpergebiete siehe die Nervenlehre.

Was das weitere und feinere Verhalten der Hautnerven in der Haut betrifft, so steigen die durch die Lücken der Innenfläche des Corium eingetretenen Stämmchen unter fortgesetzter Verästelung allmählich gegen das Stratum papillare hinauf und bilden in demselben, unterhalb der Papillen, ein Endgeflecht, an welchem man deutlich tiefere und oberflächlichere Teile unterscheiden kann. Erstere bestehen noch aus stärkeren Zweiglein mit weiteren Maschen, letztere aus wenigen Primitivfasern mit engeren Zwischenräumen. In dem feineren Endgeflecht kommen Teilungen der Nervenfasern vor. Aus dem Geflechte erheben sich endlich einzelne oder kleine Bündel von Nervenfasern, um in den Papillen und in der Epidermis zu endigen. Ein anderer Teil der Nerven endigt schon vor-

Digitized by Google

her im Unterhautgewebe sowie an den Haaren, Drüsen, Muskeln und Gefäßen der Haut.

In den Stämmchen des Unterhautgewebes beträgt das Kaliber der in weitaus überwiegender Menge markhaltigen Fasern bis 12 μ; in den Endgeflechten dagegen sind sie infolge der Teilungen feiner geworden und messen 2—6 μ.

Mit Ausnahme der an den Drüsen, Muskeln und Gefäßen endigenden Nerven haben alle auf die Gefühlstätigkeit der Haut Bezug, es sind sensible Nerven. Die letzteren lassen sich regional einteilen:

a) in Nerven der Epidermis,
b) in Nerven der Lederhaut,
c) in Nerven der Unterhaut;

und nach der Endigungsform in Nerven

α. mit freien Endigungen,
β. mit korpuskularen Endigungen, Corpuscula nervorum terminalia,
γ. mit zellularer Endigung.

Diese Gruppierung hat wie alle Einteilungen etwas Gewaltsames, denn es gibt Nervenendkörperchen, aus denen Nervenfäserchen austreten um alsdann frei zu endigen.

Zu γ ist ferner zu bemerken, daß Nerven mit zellularer Endigung beim Menschen nur an der durch die Nn. olfactorii versorgten Riechschleimhaut, die ihrer Abkunft nach der äußeren Haut angehört, vorkommen, während diese Art der Endigung bei Tieren weit verbreitet ist.

A. Die Nervenendigungen in der Oberhaut.

a. Freie Nervenendigungen in der Oberhaut.

Historisches: Nachdem Hoyer den Eintritt von Nervenfasern in das (vordere) Epithel der Hornhaut des Auges entdeckt hatte, gelang es Cohnheim mit Hilfe einer neuen Methode (Goldchlorid) den sehr bedeutenden Reichtum dieses Epithels an feinen Nervenfasern nachzuweisen. Hier endigen die Nervenfibrillen zwischen den Epithelzellen, interzellular, im interepithelialen Labyrinth, mit feinen Endknötchen, Noduli terminales (Merkel, Ranvier). Da das Hornhautepithel nur einen Teil und eine modifizierte Form desjenigen Epithels darstellt, welches den ganzen Körper umschließt, so mußte es nahe liegen, in dem übrigen Epithel ähnliche Nervenendigungen zu erwarten. Daraufhin gerichtete Untersuchungen wurden denn auch reich mit Erfolg gekrönt. Nerven in der Epidermis wurden mit der Chlorgoldmethode zuerst von P. Langerhans nachgewiesen und in der Folge von vielen anderen Beobachtern an zahlreichen, insbesondere durch ihr Empfindungsvermögen ausgezeichneten Stellen der Körperhaut bei verschiedenen Wirbeltierklassen aufgefunden. Doch blieb es der Golgischen Silbermethode und der Ehrlichschen Methylenblaufärbung vorbehalten, die früheren Ergebnisse teils zu sichten, teils sichere und weitreichende neue Aufschlüsse zutage zu fördern. Auch die neueren Methoden der Neurofibrillenfärbung haben weitere wichtige Aufschlüsse ergeben, denn es hat sich herausgestellt, daß in allen Nervenendorganen die Neurofibrillen netzige Strukturen bilden. Dogiel, Anat. Anz., 1904, Bd. 25. — Derselbe: Die Nervenendigungen im Meißnerschen Tastkörperchen; Internat. Monatsschrift, 1892. — Derselbe: Die Nervenendigungen in der Haut der äußeren Genitalorgane des Menschen. Arch. mikr. Anat., 1893, Bd. 41. — Ruffini, Monitore zool. ital., 1906. — Van de Velde, Internat. Monatsschrift f. Anat. u. Phys., 1909.

Die markhaltigen Nervenfasern gehen an der Randschicht des Bindegewebes Teilungen ein und treten, mit der Markscheide versehen, bis an die basale Grenze des Epithels heran. Hier verlieren sie die Markscheide, während die Axenzylinder in das Epithel vordringen und dabei interzellulare Bahnen benützen. Innerhalb des Epithels teilen sich die Axenzylinder mehr oder weniger häufig in feine Zweige, welche aus mehreren Neurofibrillen und etwas Perifibrillarsubstanz bestehen, anastomosieren miteinander und erreichen die äußere Grenze des Stratum germina-

Digitized by Google

tivum, ohne in die Hornschicht überzutreten. Zwischen den Zellen endigen sie mit kleinen Knöpfchen (Fig. 260), in denen die Neurofibrillen ein geschlossenes Netz bilden.

Da die Zellen des Stratum germinativum allmählich in die Hornschicht übertreten, so fragt es sich, ob die nervöse Endverzweigung diesen Weg mitmacht, einem beständigen Längenwachstum unterliegt und an der Hornschicht zerfällt (Ranvier), oder ob die Epithelzellen an der beharrenden nervösen Endverzweigung vorbei ihren Weg nach außen nehmen.

So verhält sich im wesentlichen die Nervenendigung in der Epidermis der Haut (und mit gewissen Ausnahmen im Epithel der Schleimhaut) aller Wirbeltiere. Ein ganzer Wald von Axenzylindern und Axenzylinderfibrillen sensibler Nervenfasern breitet sich im interepithelialen Labyrinth frei aus.

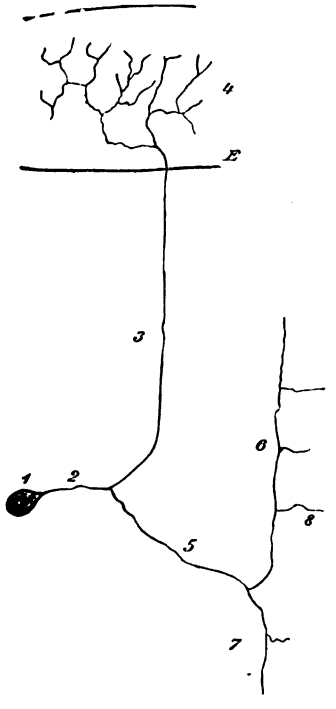


Fig. 258.

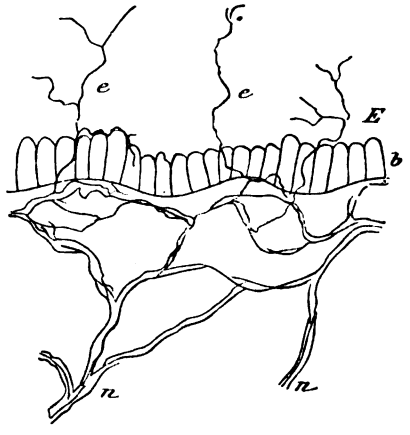


Fig. 259.

Fig. 259. **Vertikalschnitt der Lippenhaut eines menschlichen Fetus.** *E* Epithel; *b* Basalzellenlage; *n, n* Nerven; *e, e* Endverästelung derselben im interepithelialen Labyrinth. (G. Retzius.)

Fig. 258. **Endigungen der Hautnerven in der Epidermis.** Schema.

1 Nervenzelle des Spinalganglion; 2 ihr Fortsatz; 3 peripherer Arm; 4 Endbäumchen im interepithelialen Labyrinthe des Stratum germinativum; 5 zentraler Arm; 6 aufsteigender Ast; 7 absteigender Ast im Rückenmarke; 8 sensible Kollateralen. *E* Epidermis. (G. Retzius.)

b) Korpuskulare Endigungen in der Oberhaut.

Als korpuskulare Endigungen innerhalb der Epidermis können vielleicht die Merkelschen Tastzellen betrachtet werden. Sie bestehen aus hellen bläschenförmigen Zellen, an deren unterer oder oberer Fläche eine scheibenartig gestaltete Nervenendigung, Tastscheibe, sich befindet. Letztere besteht aus einem Netz von Neurofibrillen, dessen Maschen eine runde oder ovale Form zeigen (Van de Velde). Von diesem Netze können an irgendeiner Stelle mehr oder weniger Fibrillen abgehen, welche zu einer anderen Tastzelle ziehen und dort eine zweite Tastscheibe bilden. Charakteristisch ist, daß die Merkelschen Tastorgane in den unteren Vorsprüngen der Epidermis in Gruppen beieinander liegen. Figg. 261, 262.

c) Zellulare Endigungen in der Oberhaut.

Diese Art ist beim Menschen nicht vorhanden, wenn man von der Riechschleimhaut absieht. Dagegen findet sie sich bei niederen Tieren in reichem Maße. Fig. 263.

Digitized by Google

Das Epithel der Haut der Regenwurms enthält viele sensible Zellen, welche je einen feinen Fortsatz, eine Nervenfaser, nach dem Bauchstrange schicken, wo sie unter geringer,

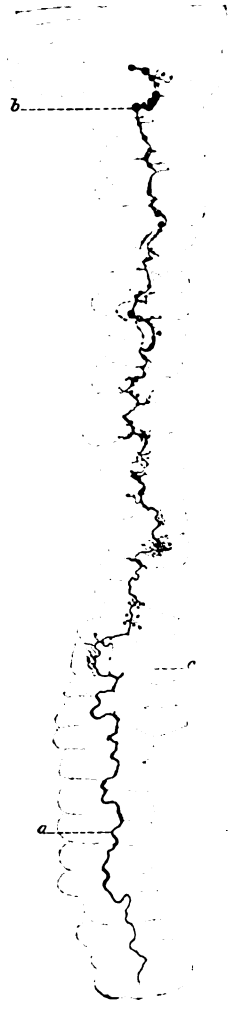


Fig. 260.

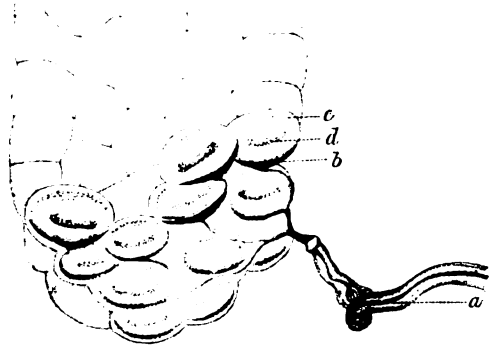


Fig. 261.

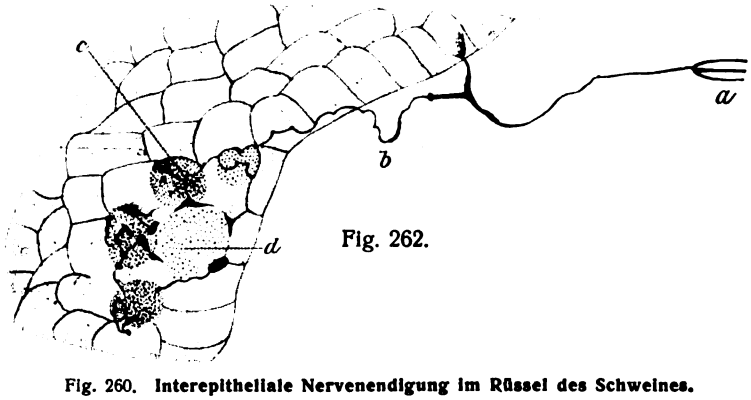


Fig. 262.

Fig. 260. **Interepitheliale Nervenendigung im Rüssel des Schweines.**
a eine zwischen den Epithelzellen verlaufende Nervenfaser, die aus der Teilung einer markhaltigen Faser hervorging; *b* große Varikositäten am Ende; *c* Epithelzellen, (D. Tretjakoff, 1902.)

Fig. 261. **Merkelsche Zellen auf einem Querschnitte durch einen Epithelwall des Schweinerüssels.**
a eine markhaltige, die Markscheide verlierende und in das Epithel eindringende Faser; *b* Tastscheibe; *c* Merkelsche Zelle; *d* Kern einer solchen Zelle. (D. Tretjakoff, 1902.)

Fig. 262. **Merkelsche Zellen auf einem Flachschnitt.**
a eine markhaltige Nervenfaser, deren Äste *(b)* Netze *(c)* um die Merkelschen Zellen *(d)* bilden.

aber typischer Verästelung ohne unmittelbaren Zusammenhang mit anderen Zellen, frei endet. Diese Sinneszellen sind als Nervenzellen, die Oberhaut des Lumbricus als ein echtes Neuro-Epithel zu betrachten. Neben dieser zellularen Endigung ist in der Haut der Lumbricinen und anderer niederer Tiere eine reiche, freie Endigung sensibler Nervenfasern vorhanden. Letztere sind ein einfach sensibler, die zellulare Endigung ein besonderer Sinnesapparat. Die Hautnervenzellen und die mit ihnen zusammenhängenden Einrichtungen sind in phylogenetischem Sinne zugleich vielleicht als auf niedriger Stufe gebliebene Vorkommnisse anzusehen. Siehe G. Retzius: Die Smirnowschen freien Nervenendigungen im Epithel des Regenwurmes. Anat. Anz., 10. Bd., 1895.

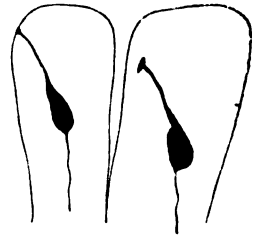


Fig. 263.

Sinnesnervenzellen der Haut von Clepsine.
(G. Retzius, 1898.)
Von der Mitte des Körpers (Längsschnitte des Wurmes durch die Falten).

B. Die Nervenendigungen in der Lederhaut.

a) Freie Nervenendigungen in der Lederhaut. Figg. 264, 265.

1. An der Grenze der Lederhaut gegen die Epidermis von Säugetieren sind freie dendritische Endigungen

Digitized by Google

von Nervenfasern aufgefunden, welche dicht an der Basalhaut aufhören. (Szymonowicz, Dogiel.) Fig. 264.

2. Nach Leontowitsch (Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Phys., 18. Bd., 1901) sind in der Haut eine große Menge markloser Nervenfasern vorhanden. Es gibt zwei Arten derselben; beide bilden echte, nervenzellenhaltige Netze; die erste Art hat nicht weniger als deren vier: ein Netz im Corium, ein mittleres und ein subepitheliales im Stratum papillare, ein viertes ist interepithelial gelegen.

L. unterscheidet in den Endigungen der markhaltigen Nerven der Haut 3 Typen. Bei dem 1. Typus verlieren die Fasern, nachdem sie eine Reihe von feinen Kollateralen abgegeben haben, ihr Mark und zerfallen in nackte variköse Fibrillen, wobei die Varikositäten (vorgebildete) nervöse Plättchen von verschiedener Größe darstellen.

In dem Stratum papillare und im Corium findet L. nicht ganz selten Nervenzellen, die in das System der blassen und markhaltigen Fasern eingeschlossen sind.

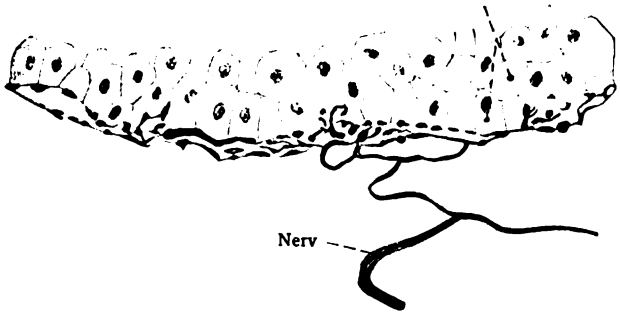


Fig. 264.

Fig. 264. Freie Nervenendigung dicht unterhalb der Epidermis. (Dogiel.)

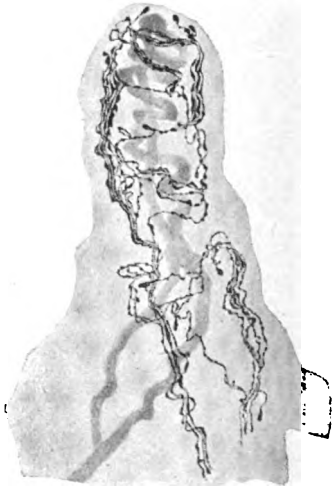


Fig. 265. Verästelung markloser Nervenfasern in einer Gefäßpapille der Haut des Menschen. (Simonelli, Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys., 31. Bd., 1914.)

Fig. 265.

b) Korpuskulare Nervenendigungen in der Lederhaut.

Die hierher gehörigen Terminalkörperchen sind 1. die Meißnerschen Tastkörperchen, 2. die Krauseschen Endkolben und die Genitalnervenkörperchen.

1. Die Meißnerschen Tastkörperchen, Corpuscula tactus (Meißneri). Figg. 251, 266, 282.

Sie wurden im Jahre 1852 von Meißner entdeckt, haben in den Papillen des Corpus papillare, meist in der Spitze derselben, ihre Lage und kommen in großer Anzahl an der Volarseite der Finger und Zehen, der Hand und des Fußes vor. An behaarten Hautstrecken sind sie seltener, spärlich auch am Rücken der Finger und Zehen, der Hand und des Fußes. Vereinzelt finden sie sich in der Haut der Brustwarze, am freien Rande der Augenlider, im Nagelbett, im Lippenrot, in der Zungenspitze, in der Clitoris.

Bei einem erwachsenen Manne fand Meißner auf 1 qmm Haut an der Volarseite des Endgliedes des Zeigefingers ungefähr 23 Tastkörperchen; am zweiten Gliede 9, am ersten Gliede 3; in der volaren Haut über dem Metacarpale V 1—2; auf der Plantarseite des Endgliedes der großen Zehe 7, in der Mitte der Planta pedis 1—2. Auf der Volarseite des Vorderarmes kommt durchschnittlich erst auf 36 qmm 1 Tastkörperchen.

Digitized by Google

Die Gestalt der Tastkörperchen ist ellipsoidisch; in der Vola manus sind sie 110—116 μ lang, 45—60 μ breit und dick. Nicht jede Papille enthält ein Tastkörperchen; man unterscheidet daher Nerven- oder Tastpapillen sowie Gefäßpapillen (Fig. 282), doch enthalten die Tastpapillen auch Blutgefäße. Am Endgliede des Zeigefingers fand Meißner unter 400 Papillen 108 Tastpapillen.

Ein Tastkörperchen besteht aus einer dünnen, glashellen, kernhaltigen Bindegewebshülle, einem eigentümlich beschaffenen Innenkolben und aus den zutretenden Nervenfasern.

Die Perineuralscheide der Nervenfasern geht in die Hülle unmittelbar über. Die zutretenden Nervenfasern (1—4) sind markhaltig, teilen sich auf dem Wege zu dem Tastkörperchen, treten (meist) an den inneren Pol desselben und beschreiben nicht selten außerhalb und später innerhalb der Hülle spiralige

Fig. 266.

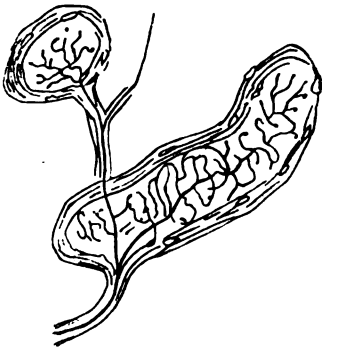


Fig. 267.

Fig. 266. **Tastkörperchen der menschlichen Fingerhaut.** (E. Fischer und W. Flemming.)

Fig. 267. **Nervenendigungen in den Genitalnervenkörperchen des Kaninchens.** (G. Retzius, Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys., 1890.)

Windungen, wobei das Mark anfangs noch vorhanden ist und neue Teilungen der Fasern erfolgen.

Der weiche Innenkolben besteht aus quergestellten abgeplatteten Zellen, Kolbenzellen. Zwischen diesen findet die Endverzweigung der eingetretenen Axenzylinder ihren Sitz in der Weise, daß die Axenzylinder sich spiralig winden, auf ihrem Wege sich teilen, und viele Seitenäste abgeben, welche selbst wieder gewunden verlaufen können. Die gesamte Endverzweigung ist reichlich mit Verbreiterungen, Varikositäten, versehen, welche sich an die Kolbenzellen anlegen. Die Enden der terminalen Äste sind wahrscheinlich mit kleinen Endknöpfchen ausgestattet. In den Varikositäten und den Endknöpfchen läßt sich ein Netz von Neurofibrillen nachweisen.

Außer dieser zentralen Nervenverästelung ist ein in der peripherischen Zone des Innenkolbens befindlicher Fadenapparat (Timofeew) vorhanden. Er entsteht aus einer sehr dünnen (vielleicht sympathischen) Nervenfaser, welche ebenfalls am unteren Pol des Tastkörperchens eintritt und mit seinen Verzweigungen ein äußerst feines Netz um den Innenkolben herum bildet.

Aus manchen Meißnerschen Körperchen treten Fibrillenbündel aus und begeben sich in das darüber befindliche Epithel, wo sie interepithelial endigen (Fig. 268 f). Ebenso verhalten sich Fibrillenbündel des Fadenapparates. Andere Fibrillenbündel ziehen zu benachbarten Tastkörperchen und verbinden sie miteinander. Fig. 268.

Digitized by Google

*2. **Endkolben,** Corpuscula bulboidea (Krausii) und **Genitalnervenkörperchen,** Corpuscula nervorum genitalia. Figg. 267, 268.*

Beide Formen stehen den zuvor beschriebenen Tastkörperchen so nahe, daß sich wesentliche Unterschiede nicht angeben lassen. Die Genitalnervenkörperchen sind verwickeltere, meist auch größere Formen von Endkolben in den Schleimhäuten der äußeren Genitalien und werden daher auch Genital-Endkolben genannt; besonders reichlich sind sie in der Clitoris und Glans penis; sie erstrecken ihre Ausbreitung von der Papillenbasis bis in die Submucosa, d. h. sie liegen in

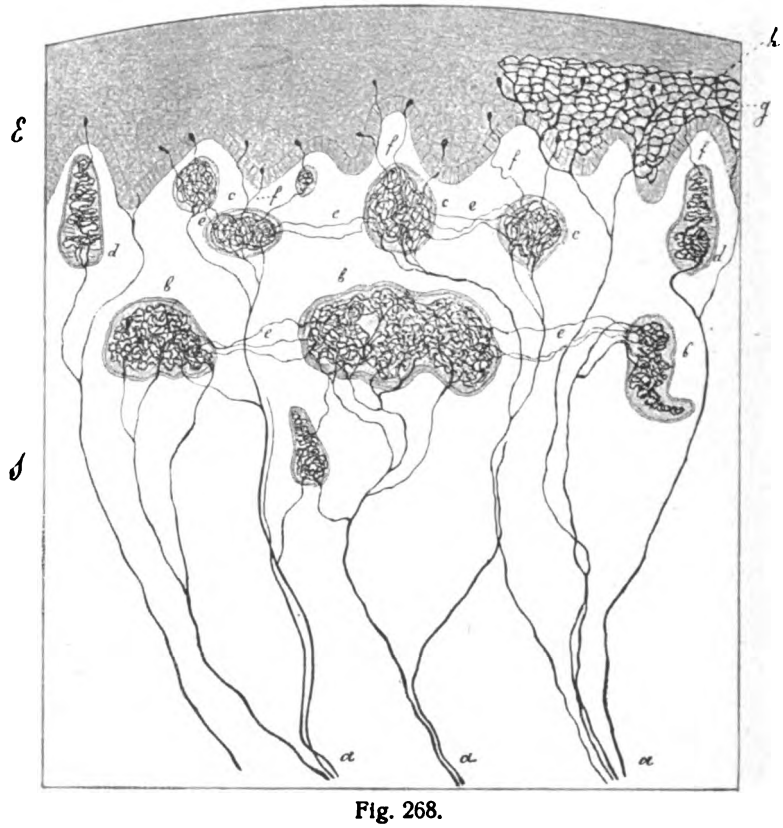


Fig. 268.

Schema der Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der äußeren Geschlechtsorgane. (A. S. Dogiel.) *a* Nervenfasern; *b* Genitalnervenkörperchen; *c* Nervenendkörperchen (Endkolben, W. Krause); *d* Meißnersche Körperchen; *e* Nervenfäden, welche die Nervenendapparate verbinden; *f* interepitheliale Nervenfäden; *g* interepitheliales Nervennetz; *h* Nervenfäden, welche mit knopfförmigen Verdickungen endigen; *E* Epithelium; *S* Corium.

tieferen Schichten der Schleimhaut. Ähnlich gebaute, in den Papillen oder den Papillen näher gelegene Körperchen werden auch, im Gegensatz zu den tieferen Genitalnervenkörperchen, Endkolben der Genitalien genannt. In den Papillen gelegene längliche Formen stellen endlich die Tastkörperchen der Genitalien dar. Man kann hiernach auch die Ansicht vertreten, daß infolge reicher Ausstattung mit Nerven Terminalkörperchen wesentlich gleicher Art in verschiedenen Etagen sich gelagert finden.

Beim Menschen sind die Körperchen kugelig oder ellipsoidisch, von 0,15 bis 0,2 mm Durchmesser. Einschnürungen können die Form beeinflussen und bohnen-, kleeblatt-, maulbeerförmige Körperchen hervorbringen. Etwas Ähnliches kommt, wenn auch seltener, bei den Tastkörperchen vor.

Digitized by Google

Die übrigen Endkolben kommen in der Conjunctiva bulbi, in der Regio respiratoria der Nasenschleimhaut, in der Schleimhaut der Mundhöhle, besonders in den Zungenpapillen, in der Haut der Lippen, in der Epiglottis, der Pars analis recti vor. Sie gehören den oberflächlichen Bindegewebsschichten der Schleimhaut an und stimmen hier mit den Tastkörperchen der Haut überein. Am besten studiert sind diejenigen der Conjunctiva bulbi, an deren Cornealrand sie am häufigsten vertreten sind. Diejenigen des Menschen sind annähernd kugelig, gleich denjenigen der Affen, und haben 22—98 μ Durchmesser; die der übrigen Säuger sind meist von ansehnlicher Länge.

Die Hülle der beiderlei Körperchen besteht aus perineuralen Häutchen, wie bei den Tastkörperchen. Der Innenkolben aus einer gallertigen Masse, in deren Peripherie Bindegewebszellen zu liegen scheinen. Die einzelne oder mehrfach zutretende markhaltige Nervenfaser verliert vor dem Eintritt in den Innenkolben ihr Mark, verästelt sich im Inneren in reichster Weise und bildet ein dichtes Netzwerk.

Auch von diesen Körperchen gehen wie bei den Meißnerschen Tastkörperchen eine Anzahl Nervenfäden ab, von welchen die einen in das Epithel eindringen und mit knopfförmigen Anschwellungen endigen, während die anderen Fäden zur gemeinschaftlichen Verbindung der Endapparate des betreffenden Typus von Körperchen dienen.

Ein Teil der markhaltigen Nervenfasern der Haut der äußeren Genitalien endigt in den genannten Endapparaten; ein anderer Teil dringt nach Verlust des Markes in das Epithel ein und zerfällt hier in ein die Epithelzellen umspinnendes feinmaschiges Nervennetz; eine Anzahl von Ästchen aber endigt mit knopfförmigen Anschwellungen.

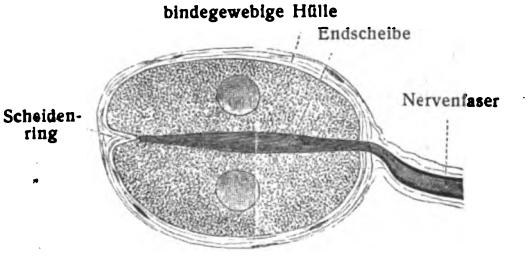


Fig. 269.

Grandrysches Körperchen aus der Entenzunge.
(Nach Key und Retzius.) 500:1.

In der Beurteilung der oben genannten drei Arten von Terminalapparaten spielten und spielen noch jetzt eine gewisse Rolle die einfacher gestalteten Grandryschen Körperchen der Vögel (Fig. 269). Sie wurden von Grandry in der Schnabelhaut und in der Zunge der Lamellirostres, zuerst bei Gans und Ente, aufgefunden. 67 μ lang, 45 μ breit, liegen diese Körperchen im Bindegewebe der genannten Organe, nahe dem deckenden Epithel. Sie stellen mit einer bindegewebigen Hülle versehene Gebilde dar, welche meist aus zwei halbkugeligen, blasigen, hellen Zellen, den Deckzellen, bestehen, zwischen deren ebenen, einander zugewendeten Flächen die Endausbreitung der zuführenden markhaltigen Nervenfaser liegt. Diese Endausbreitung, Tastscheibe, Endscheibe, ist eine kreisförmige dünne Platte, in welcher der eintretende Axenzylinder sich verästelt und ein reiches Netz bildet. (Van de Velde, Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys., 1909.) Die Pufferzellen und mit ihnen die Tastscheibe liegen konstant parallel zur Oberfläche der Haut. Es gibt auch zusammengesetzte Grandrysche Körperchen von drei und mehr säulenförmig gelagerten Pufferzellen mit entsprechend vermehrten Tastscheiben.

C. Die Nervenendigungen in dem Unterhautgewebe.

a) Freie Nervenendigungen in dem Unterhautgewebe.

Von Dogiel sind in der Tela subcutanea baumförmig verästelte Endigungen beschrieben worden.

b) Korpuskulare Nervenendigungen in dem Unterhautgewebe.

1. Vater-Pacinische Körperchen, *Corpuscula lamellosa (Vateri, Pacini). Figg. 251, 270—273.*

Im Jahre 1741 von B. Vater entdeckt, 1842 von Pacini wiedergefunden. Sie sind die größten Formen der Terminalkörperchen, haben ellipsoidische Gestalt

Digitized by Google

und stehen an einem der Pole mit einer markhaltigen Nervenfaser und ihren Scheiden in Verbindung. Die größeren Körperchen sind 2—3 mm lang, 1—2 mm dick; die kleinsten sind nur 0,2—0,8 mm lang. Ihre Verbreitung im Körper ist eine sehr ausgedehnte, um so mehr, als sie nicht nur in der Haut und Schleimhaut, sondern auch in der Tiefe des Körpers in großer Menge vorkommen. So kann man oberflächliche und tiefe Lagerstätten unterscheiden.

a) Die oberflächlich gelegenen nehmen das Unterhautbindegewebe ein und finden sich vor allem im Gebiet der volaren Finger- und Zehennerven sowie an den Nerven des Handtellers und der Fußsohle.

Nach Herbst kommen an der ganzen Hand gegen 608 solcher Körperchen vor. Sie fehlen dem Hand- und Fußrücken nicht, doch sind sie hier spärlich und klein. Ferner sind sie gefunden an den Hautnerven des Armes und Halses, an den Nerven der männlichen Brustwarze (4—5, W. Krause); unter der weiblichen Brustdrüse (Langer); am N. dorsalis penis et clitoridis, an den Labia majora, dem Mons pubis; an den vier zuletzt genannten Orten über 100 auf einer Seite (Schweigger-Seidel, Rauber); im Funiculus spermaticus, außerhalb der Fascia cremasterica desselben (Rauber); im Unterhautgewebe des Scrotum, teilweise umflochten von den Bündeln der Tunica dartos; gegen 50 (Rauber), im subkutanen Lager des Dammes, 5 auf einer Seite; im perinealen Fettlager, 5 auf einer Seite (Rauber). Über die Verbreitung der Vater-Pacinischen Körperchen siehe J. Hartenstein: Die topographische Verbreitung der Vaterschen Körperchen beim Menschen. Dorpat 1889.

b) die tiefgelegenen Vater-Pacinischen Körperchen kommen an sehr verschiedenen Stellen vor.

Zerstreute tiefe Fundplätze sind α. das Gebiet des Plexus coeliacus; hier sind sie besonders an Zweigen des Plexus lienalis und mesentericus superior, am zahlreichsten in dem hinter dem Pankreas befindlichen Bindegewebe vorhanden (Genersich). Seit längerer Zeit sind die entsprechenden Körperchen im Mesenterium der Katze bekannt (Lacauchie, Henle und Kölliker); auch im Pankreas der Katze und im Mesokolon des Kaninchens sind sie beobachtet; β. am N. phrenicus des Menschen, während seines Verlaufes zwischen der Pleura und dem Perikardium (Rauber); γ. am N. infraorbitalis (Hyrtl); δ. an Interkostalnerven (Cruveilhier); ε. am N. pudendus (Kölliker); ζ. an den Corpora cavernosa penis (Klein); η. an der Prostata; ϑ. in der Umgebung des Glomus coccygeum (Luschka) ι. an der A. femoralis (W. Krause); $\varkappa$. an anderen Blutgefäßen (Thoma); λ. in der Nähe des Ganglion geniculi (W. Krause.)

Ein mehr einheitliches tiefes Lager bildet das arthro-periostale Stratum, welches dem subkutanen an Reichhaltigkeit nichts nachgibt und mehrere Tausende von Körperchen, Corpuscula nervorum articularia, umfaßt (Rauber). Schon Cruveilhier hat an Gelenknerven Vater-Pacinische Körperchen gefunden; ferner haben Henle und Kölliker an Gelenknerven und Knochennerven solche Körperchen beobachtet. Ihr Sitz ist teils im Periost, teils in und an den fibrösen Kapseln der Gelenke, sowie an den Gelenk-Bändern; ferner an den fibrösen Hüllen und Scheidewänden der Körpermuskeln, hier und da sogar im Muskelfleische (Rauber). Im Epineurium des N. tibialis, in der proximalen Hälfte des Unterschenkels, fanden sich wiederholt kleine Vater-Pacinische Körperchen (M. Askanazy, 1893).

An den Muskeln und an den Gelenken (Synovialkapseln) kommen noch andere sensible Nervenendigungen vor, dort die Rolletschen Nervenschollen und Golgischen Sehnenspindeln (s. Abt. III, Fig. 22), hier die Gelenknervenkörperchen (Rauber, W. Krause); letztere sind Gebilde, welche mit den Endkolben Verwandtschaft besitzen, sich jedoch durch größeren Reichtum an Bindegewebskernen auszeichnen. Die beiden letzteren Gruppen sensibler Nervenendigungen, sowie das arthroperiostale Stratum Vater-Pacinischer Körperchen stehen zweifellos in Beziehung zur Sensibilität der von ihnen versorgten Organe, dabei dienen sie zugleich zur Vermittlung der Bewegungsempfindungen.

Was den Bau der Vater-Pacinischen Körperchen betrifft, so besteht ein solches 1. aus der zutretenden markhaltigen Nervenfaser, 2. aus dem Innenkolben und 3. einer Anzahl bindegewebiger Kapseln oder Lamellen. (Fig. 271.) Die Nervenfaser besitzt eine Schwannsche und eine Fibrillen-Scheide, dazu kommt

Digitized by Google

noch eine wechselnde Anzahl perineuraler Häutchen, die vom Nervenstämmchen herrühren, welchem das Körperchen angehört. Alle diese Scheiden und die von ihnen umschlossene Nervenfaser machen den Stiel des Körperchens aus. Aus einer allmählichen Entfaltung der Scheiden und Aufnahme von Flüssigkeit gehen die Lamellen des Körperchens hervor. Die Zahl der Lamellen beträgt an großen Körperchen bis zu 60; sie bilden den sogenannten Außenkolben.

Über den Bau der Kapseln haben die Untersuchungen von Key und Retzius Aufschluß gegeben. Hiernach wird die Grundlage des gesamten Außen-

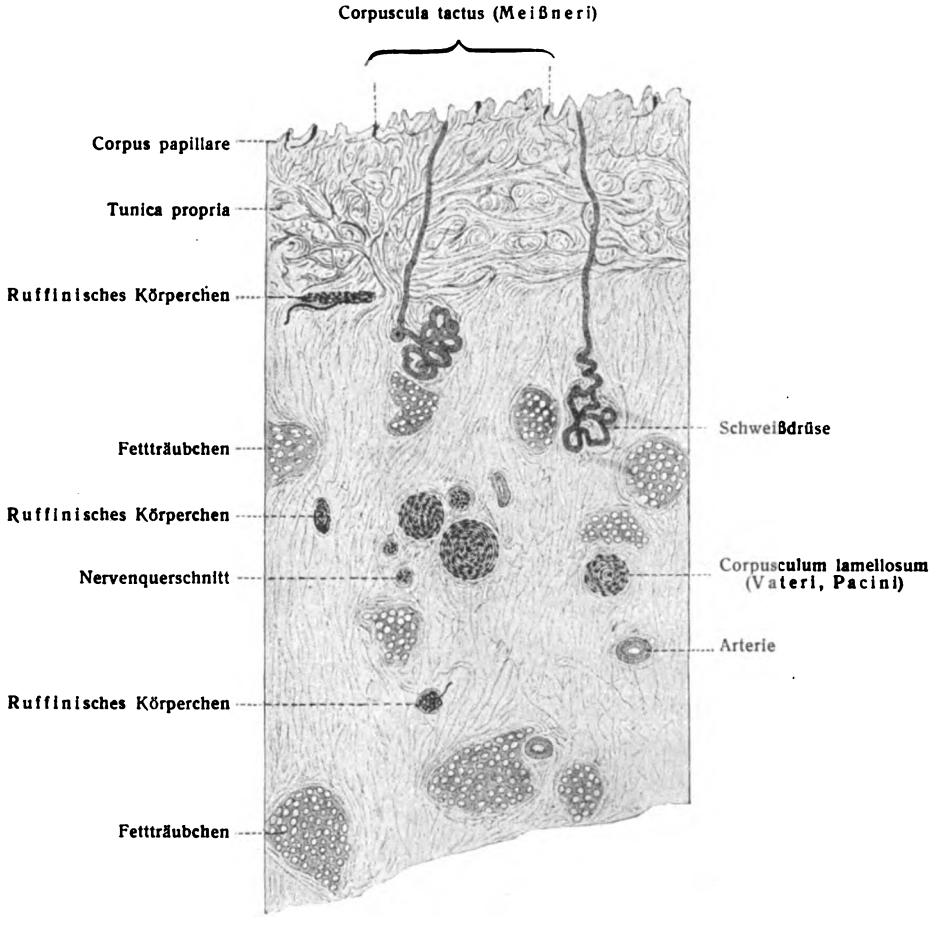


Fig. 270.

Topographie der Tastkörperchen der Haut. Die Epidermis fehlt (Goldchlorid). (Ruffini.)

kolbens gebildet durch gequollene Perineurallamellen. Eine solche gequollene Lamelle zeigt Fig. 272, 1; eine zweite liegt ihr links an. Die Kapseln bestehen demgemäß aus zwei Grenzhäutchen der gequollenen Perineurallamellen und fassen einen feinen, durch geeignete Mittel leicht erweiterbaren Spaltraum (2) zwischen sich. Beide enthalten Kerne, die den endothelialen Grenzhäutchen angehören (4). Die gequollene Perineurallamelle ist also wirklich die Kapsel, der anscheinende Interkapsularraum wird zum Kapselraume (von der Klammer breit umspannt); Interkapsularraum ist der feine Spalt bei 2. Der Kapselraum enthält Flüssigkeit und viele zirkulär und längs verlaufende Bindegewebsfibrillen,

Digitized by Google

nebst vereinzelten elastischen Fasern. Durch Anstich können die Kapseln entleert werden. Salpetersaures Silber läßt die Zellengrenzen an den Endothelhäutchen hervortreten (Hoyer).

Der Innenkolben durchläuft das Körperchen in gerader Richtung oder ist am Ende umgebogen; er kann sich auch in 2—3 Arme teilen. Häufig geht von

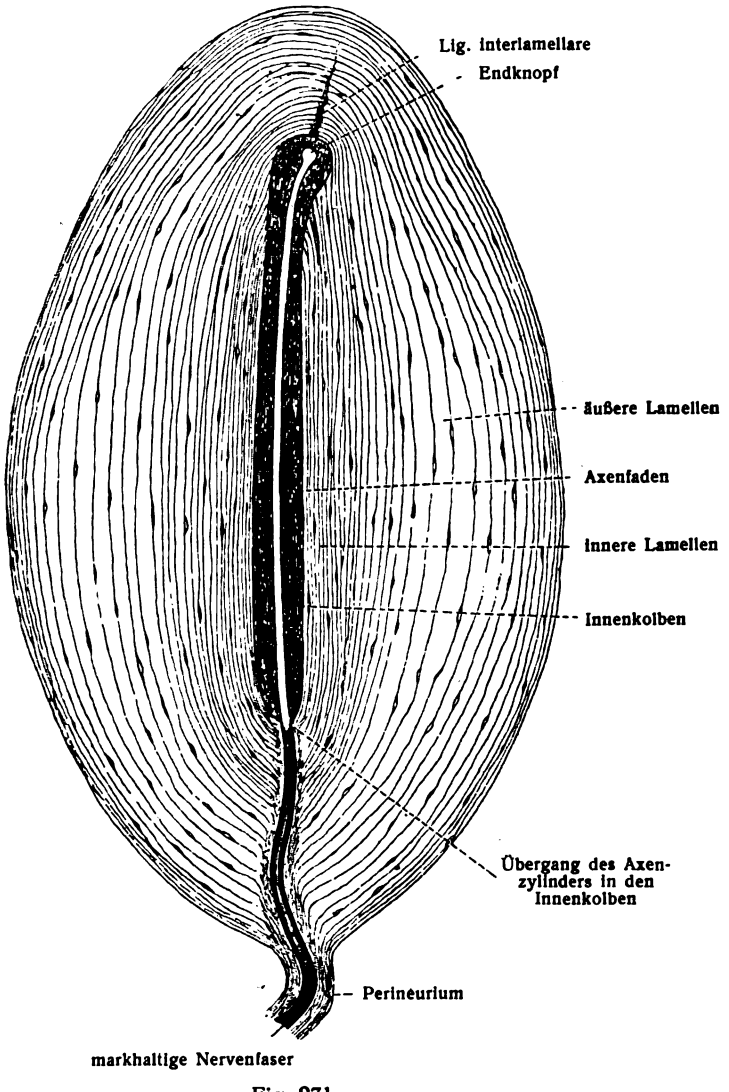


Fig. 271.

Vater-Pacinisches Körperchen aus dem Mesenterium der Katze.

diesem Ende ein verschieden weit vordringender Strang aus, das Ligamentum interlamellare. Fig. 271.

Der Innenkolben, die Fortsetzung der umgewandelten Fibrillen- und Schwannschen Scheide darstellend, besteht aus einer in den äußeren Schichten längsstreifigen, eiweißreichen Substanz, in welcher periphere, längsgestellte Kerne sichtbar sind. Auf Querschnitten treten jene Längsstreifen als konzentrische Linien zutage, welche indessen nur den halben Umfang durchziehen. Die Enden des

Digitized by Google

einen Systems von Halbkreisen treffen mit denjenigen des andern Systems in einer Art Raphe zusammen. Der Innenkolben beherbergt den marklosen Axenfaden, welcher der Axenzylinder der zutretenden Nervenfaser ist, eine deutliche fibrilläre Struktur zeigt und in seinem Verlaufe oft Varikositäten besitzt. Er endigt entweder mit einer einfachen Verdickung oder teilt sich am Endpol des Innenkolbens in verschiedene Äste, welche ebenfalls wieder mit Knöpfchen endigen. Die einzelnen Äste sind jeder für sich oder auch mehrere zusammen von Ausbuchtungen des Innenkolbens umgeben. Die Endknöpfchen zeigen nach Dogiel und van de Velde deutliche Netze von Neurofibrillen.

Der Stiel enthält in der Regel eine feine Arterie, welche zwischen den Lamellen in ein Kapillarnetz übergeht; auch am andern Pole kann eine Kapillar-

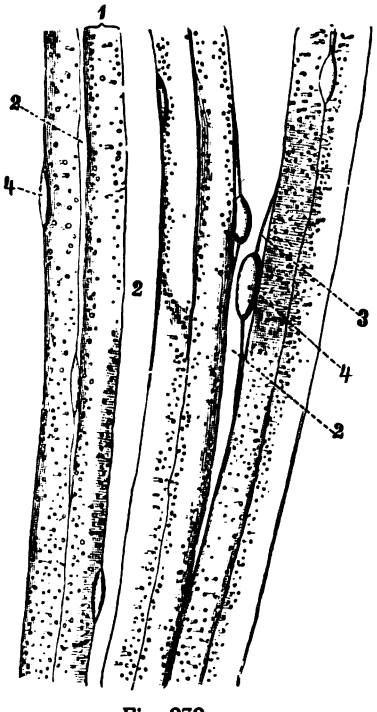


Fig. 272.

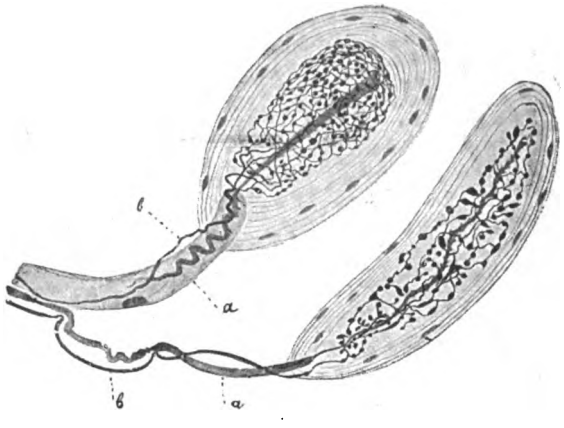


Fig. 273.

Fig. 273. Vater-Pacinische Körperchen mit Fadenapparat (aus der äußeren Bindegewebshülle der Prostata des Hundes). (Von Timofeew, 1895.)
a dicke markhaltige Nervenfaser, die in den bandförmigen Axenzylinder ausläuft; *b* dünne markhaltige Nervenfaser, die den terminalen Fadenapparat bildet. — Methylenblau.

Fig. 272. Kapseln eines Pacinischen Körperchens vom Menschen im optischen Längsschnitt. (Key und Retzius.)
1 Kapsel mit optischen Querschnitten intrakapsulärer Fibrillen; 2, 2 Spalträume zwischen zwei Kapseln, also innerhalb einer Kapsellinie; 3 Endothelhäutchen; 4, 4 deren Kerne.

schlinge eindringen. Der Innenkolben ist stets gefäßlos. Die Lymphbahnen werden durch die feinen Spalträume zwischen den Perineurallamellen dargestellt, nicht aber durch die Kapselräume.

Die Vater-Pacinischen Körperchen sind beim Menschen schon im 4. Fetalmonat nachweisbar und erscheinen hier als kleine längliche Häufchen von Bindegewebszellen, deren äußere Lagen eine konzentrische Schichtung wahrnehmen lassen. Sie stehen mit einer noch marklosen Nervenfaser in Zusammenhang. Die Nervenfaser wächst nicht in das Körperchen hinein, sondern das Körperchen bildet sich um das periphere Ende der Nervenfaser, welche der herrschenden Auffassung zufolge dem Dendriten einer Spinalganglienzelle entspricht. Die Entwicklung der Körperchen ist von H. Wintscha untersucht worden. (Über die Entwicklung der Vaterschen Körperchen, Dorpat 1892.)

Einen besonderen Fadenapparat im Inneren von Vater-Pacinischen Körperchen beschrieb Timofeew von den oberflächlichen und tiefen Schichten der Prostata, sowie von der Schleimhaut der Pars prostatica und membranacea urethrae des Hundes und der Katze. Fig. 273.

An jede Endkapsel treten gewöhnlich 2 markhaltige Nervenfasern heran; die eine dringt als markloser, platter Axenzylinder in den Innenkolben. Die zweite Nervenfaser tritt neben der ersten

Digitized by Google

ein, verliert ihr Mark und geht in einen merkwürdigen engmaschigen Fadenapparat über. Der letztere besteht aus sehr dünnen, vielfach gewundenen Fäden und umgibt den bandförmigen Axenzylinder der ersten Faser in Form einer durchlöcherten Hülse, ohne mit ihm in Kontakt zu treten, geschweige denn zu anastomosieren (siehe Fig. 273). Die beiden Fasern scheinen von verschiedenen Nervenzellen abzustammen (Anat. Anz., 11. Bd., 1895).

Von Abarten der Vater-Pacinischen Körperchen sind zu erwähnen: Zwillings- und Drillingskörperchen, bei welchen die Außenkolben von 2 oder 3 Körperchen miteinander in Verbindung stehen. Ferner rosenkranzförmig verbundene Körperchen; die Terminalfaser tritt aus einem Körperchen aus, wird wieder markhaltig und dringt in ein zweites Körperchen ein; sogar ein drittes kann noch folgen. Ein entsprechendes Verhalten ist sehr häufig bei den Genitalnervenkörperchen.

Vater-Pacinische Körperchen kommen auch den Säugetieren zu; ihr Bau kann dabei einige Modifikationen erfahren. Bei den Vögeln sind sie von Herbst entdeckt worden und heißen darum Herbstsche Körperchen. Ihr Bau ist besonders am Innenkolben ein abweichender.

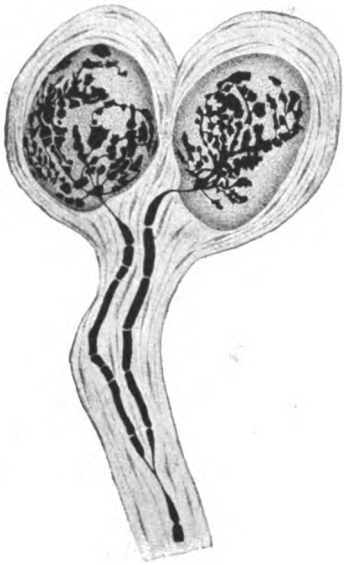


Fig. 274.

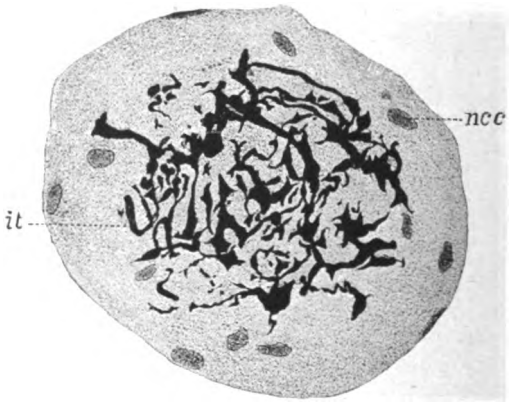


Fig. 275.

Fig. 275. **Ruffinisches Körperchen** (Querschnitt). 900 : 1. (Ruffini.)
ncc Kerne der bindegewebigen Grundlage; *it* terminaler Fibrillenbusch.

Fig. 274. **Golgi-Mazzonisches Körperchen der Tela subcutanea der Fingerbeere.** 400 : 1. (A. Ruffini.)

Eine Modifikation derselben, die Key-Retziusschen Körperchen, enthält der Schnabel der Enten, Gänse usw.; sie liegen im tieferen Bindegewebe und sind von den Grandryschen Körperchen sehr verschieden.

2. Golgi-Mazzonische Körperchen. Fig. 274.

Sie wurden von Golgi (1880) im Perimysium ext. und im Bindegewebe in der Umgebung der Sehnen entdeckt, von Mazzoni (1891) genauer untersucht und beim Menschen von Ruffini (1894) in der Tela subcutanea der Finger nachgewiesen.

Es sind längere oder kürzere Gebilde von runder, zylindrischer, birnförmiger Gestalt. Sie gehören zur Gruppe der Corpuscula lamellosa; die Zahl der Lamellen schwankt aber im hohem Maße. Es gibt sogar Formen, welche nur eine Lamelle besitzen.

Besonders charakteristisch ist der mächtige Innenkolben, welcher die Gestalt des Körperchens wiederholt. Er besteht aus einer feingekörnten Masse, welche zahlreiche Kerne einschließt. In dieser Substanz bildet der Axenzylinder der zutretenden Nervenfaser unter zahlreichen Verästelungen und Windungen ein gröberes Netz, welches reich mit Varikositäten und knopfartigen Enden ausgestattet ist. Netze von Neurofibrillen sind innerhalb der Varikositäten und der Endknöpfe nachgewiesen.

3. Ruffinische Körperchen. Figg. 270, 275, 276.

Im subkutanen Gewebe der Finger, an der Grenze der Cutis und Tela subcutanea kommen nach dem Funde von Ruffini längliche, ziemlich große (0,25—1,35 mm lange) Endkörperchen vor,

Digitized by Google

die an Zahl ungefähr den Vater-Pacinischen Körperchen gleichkommen. Die markhaltige Nervenfaser tritt an der Seite oder vom unteren Ende an das Körperchen und teilt sich im Inneren in zahlreiche variköse Äste, die miteinander Anastomosen bilden und schließlich frei mit kleinen Knöpfchen endigen. Auch beim Hunde, der Katze und den Affen sind nach den Beobachtungen von Sfameni die Ruffinischen Körperchen vorhanden.

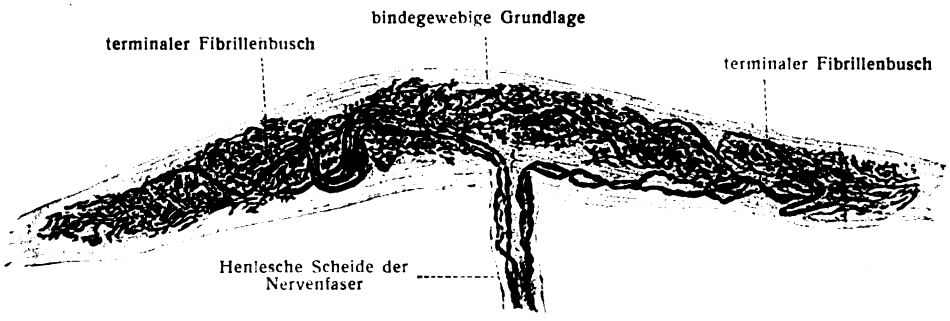


Fig. 276.
Ruffinisches Körperchen. 175:1. (Ruffini.)

Die Haarscheiben (Pincus). Figg. 277—279.

Pincus beobachtete beim lebenden Menschen kleine rundliche Scheiben in der Nähe der Haare. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß es sich um ein besonderes neues (Sinnes-)Organ der Haut handelt. Er bezeichnet sie als Haarscheiben, weil sie stets in unmittelbarer Nähe eines Haares sich befinden und vergleicht sie mit den Tastscheiben bei Tieren. Sehr reich ist die Nervenversorgung der Haarscheibe. Pincus, Dermatolog. Zeitschrift., 9., 10. Bd.

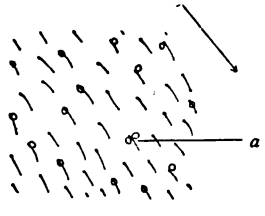


Fig. 277.

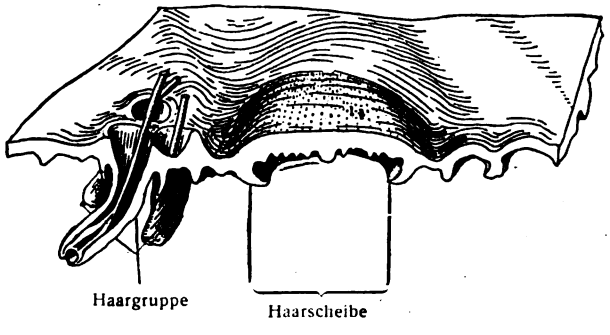


Fig. 278.

Fig. 277. Haarscheiben, nach dem Lebenden schematisch gezeichnet. *a* zwei Haarscheiben neben einem Haar. (Pincus.)

Fig. 278. Haarscheibe und Haargruppe nach einer Rekonstruktion. Die Rekonstruktion ist in der Mitte halbiert. (Pincus.)

Leontowitsch, A., Die Innervation der menschlichen Haut. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys., 18. Bd., 1901. — Ruffini, A., Sur les expansions nerveuses de la peau. Revue générale d'Histologie, 1905. — Vitali, Le espansioni nervose nel derma sottoungueale dell' uomo. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys., 23. Bd., 1906. — Ceccherelli, G., Contributo . . . . delle espansioni nervose di senso nella mucosa del cavo orale e della lingua dell' uomo. Ebenda, 25. Bd., 1908. — Van de Velde, E., Die fibrilläre Struktur der Nervenendorgane. Ebenda, 26. Bd., 1909. — Simonelli, F., Contributo allo studio delle espansioni nervose nel derma della cute umana. Ebenda, 31. Bd., 1914.

Digitized by Google

12. Die Anhangsorgane der Haut.

Die produktive Tätigkeit der Haut äußert sich nicht allein in der beständigen Regeneration von Oberhautteilen, sondern auch in der Erzeugung vieler besonderer Organe. Hierher gehört sowohl eine große Menge von Drüsen verschiedener Art, welche unter die Oberfläche hinabrücken, als auch von verhornten Organen, welche an der Oberfläche gelegen sind und sie überragen.

Die Drüsen der Haut kommen in zwei Hauptformen vor, in tubulärer und in alveolärer Form. Die verhornten Organe sind die Nägel und die Haare.

Sämtliche Gebilde der Haut bestehen ihrem Bau nach wesentlich teils aus Epithelgewebe, teils aus Bindegewebe; doch steht jenes bedeutend im Vordergrunde. Sie werden daher auch oft als Oberhautgebilde aufgeführt.

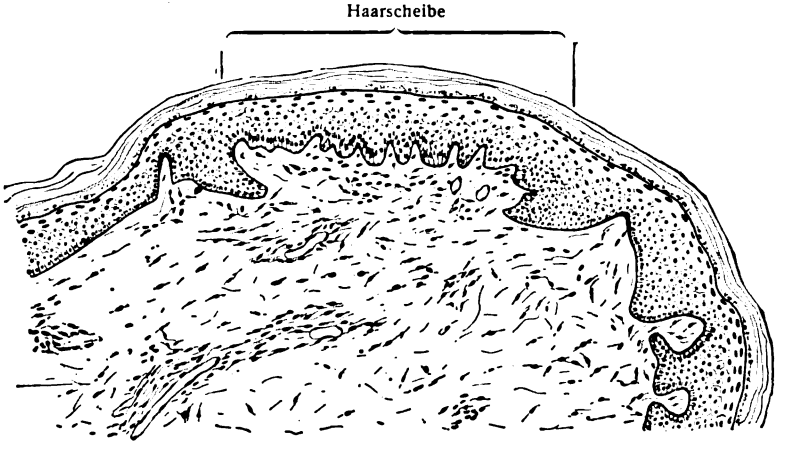


Fig. 279.
Haarscheibe, Durchschnitt. (Pincus.)

A. Die Drüsen der Haut, Glandulae cutis.

a) Knäueldrüsen, Glandulae glomiformes.

Die Knäueldrüsen, Glandulae glomiformes, sind tubuläre Drüsen, deren sezernierendes Endstück sich zu einem Knäuel zusammenballt. Dieser Drüsen gibt es in der Haut vier Arten:

1. Glandulae sudoriferae,
2. Glandulae ciliares (Molli),
3. Glandulae ceruminosae,
4. Glandulae circumanales.

1. Schweißdrüsen, Glandulae sudoriferae. Figg. 242, 249, 251, 254, 270, 280, 281, 304, 306.

Die Schweißdrüsen sind lange, unverästelte Röhren, an welchen man einen sezernierenden Knäuel, Corpus glandulae sudoriferae, einen Ausführungsgang, Ductus sudoriferus, und eine Mündung, Schweißporus, Porus sudoriferus, unterscheidet. Sie liegen entweder in der tieferen Schicht der Tunica propria corii oder in der obersten Schicht der Tela subcutanea. Sie sind über die ganze Haut verbreitet und fehlen nur an der Glans penis und an der Innenfläche des Praeputium. Ihre Gesamtzahl beträgt ca. 2 Millionen, der Gesamtquerschnitt 38 qcm. Am dichtesten sind sie am Handteller und an der Fußsohle

Digitized by Google

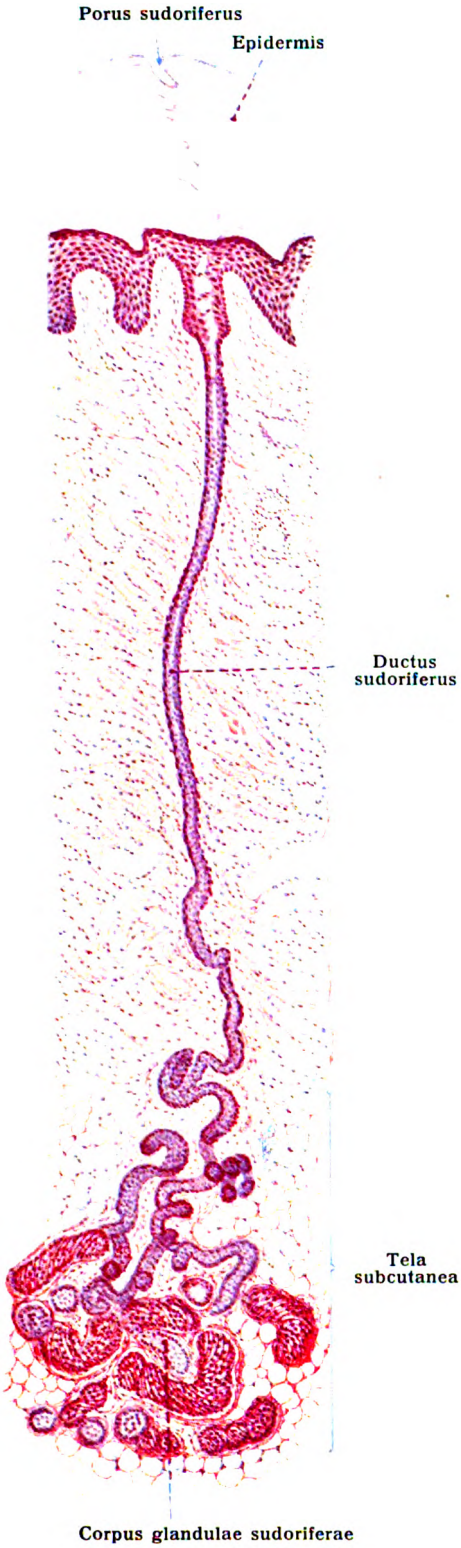


Fig. 280.

Fig. 280. Schweißdrüse. Übersicht. Aus der Haut der Fußsohle des Menschen.

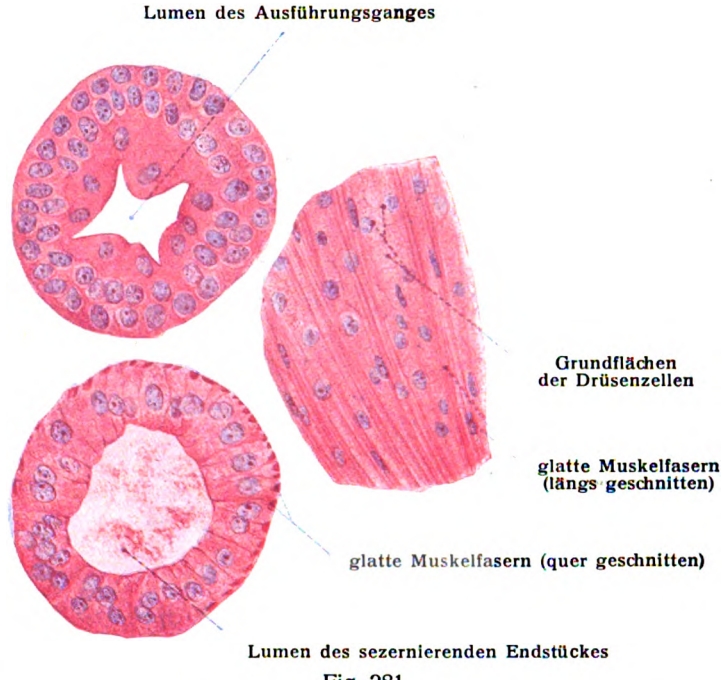


Fig. 281.

Fig. 281. Schweißdrüse vom Nasenflügel des Menschen. **Links unten:** Querschnitt des sezernierenden Endstückes; **links oben:** Querschnitt des Ausführungsganges; **rechts:** Tangentialschnitt des sezernierenden Endstückes.

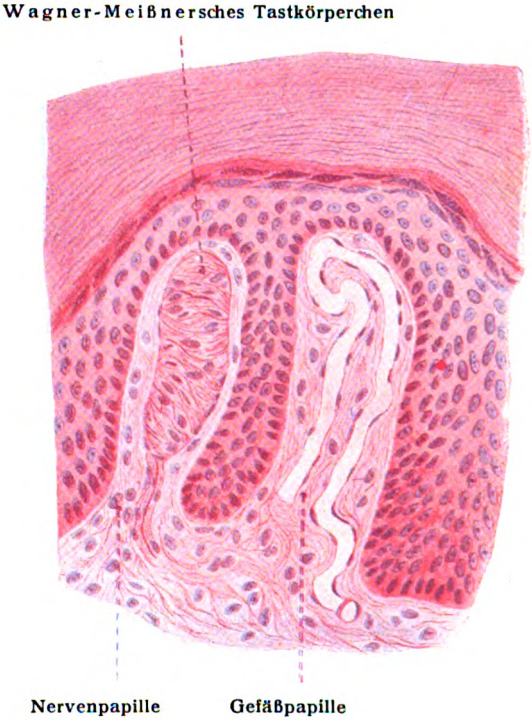


Fig. 282.

Fig. 282. Nerven- und Gefäßpapille in der Haut der Fußsohle des Menschen.

Digitized by Google

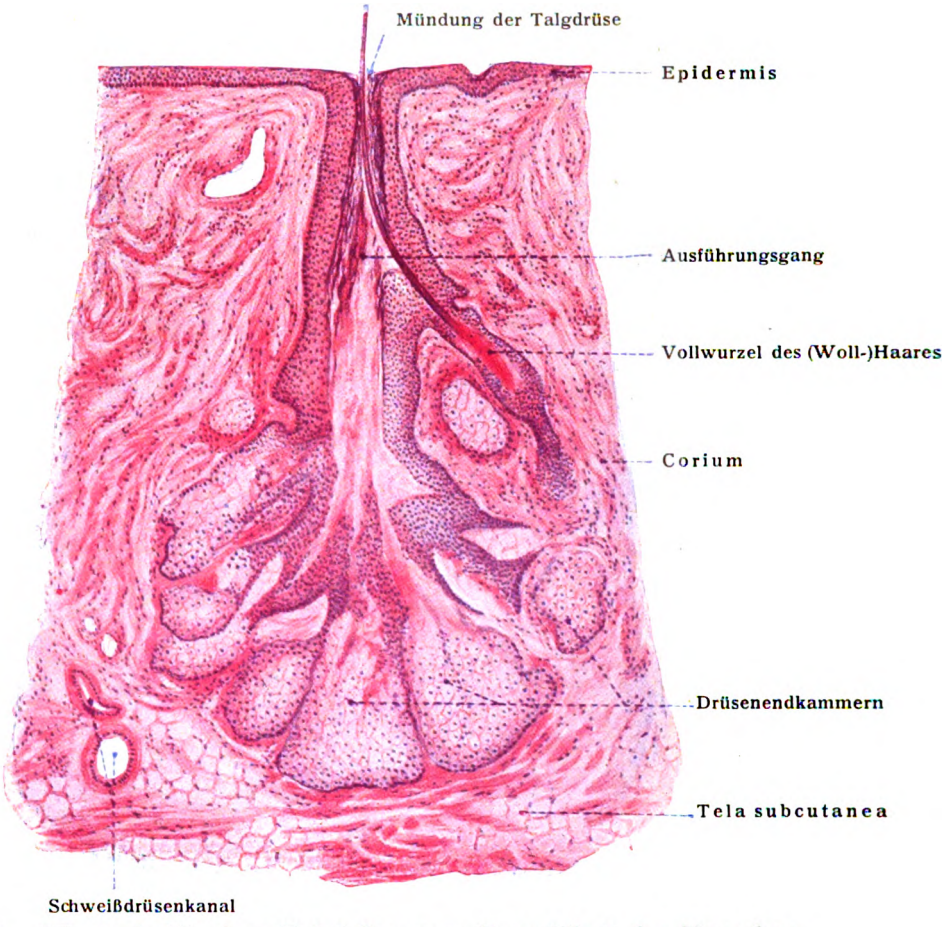


Fig. 283. Längsschnitt einer Talgdrüse vom Nasenflügel des Menschen.

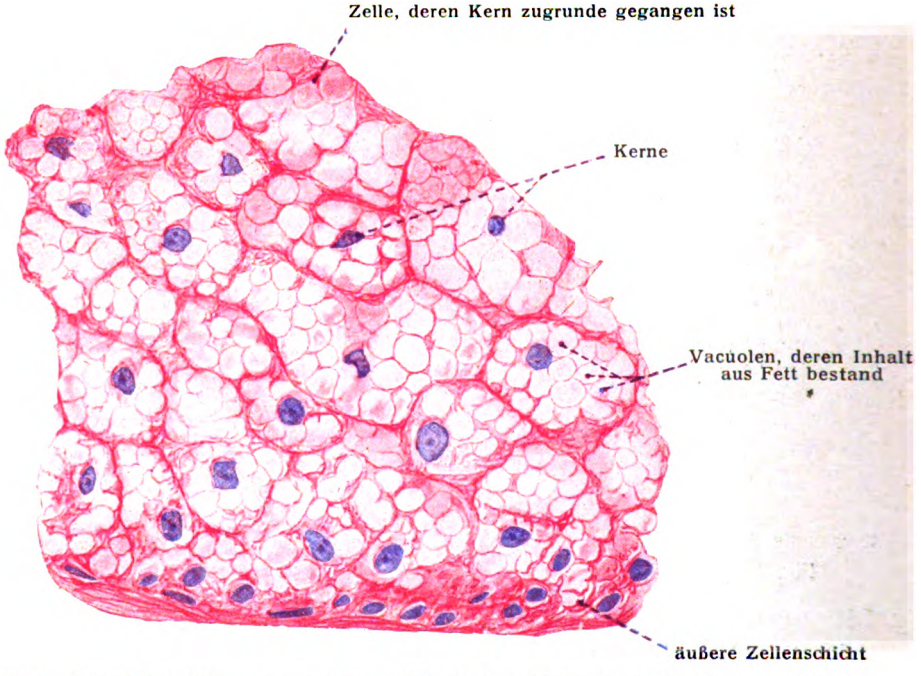


Fig. 284. Zellen einer Talgdrüse vom Nasenflügel des Menschen (stark vergrößert).

Digitized by Google

gestellt, am weitesten voneinander entfernt an der Rückenfläche des Rumpfes. Sehr groß sind jene an der Achselhöhle; hier bilden ihre Knäuel eine fast zusammenhängende, in der Tela subcutanea gelegene Platte.

Auf 1 qcm kommen nach Krause an der Volarfläche der Hand 373, Plantarfläche des Fußes 366, Handrücken 203, Hals 178, Stirn 172, Beugeseiten des Vorderarmes 157, Brust und Bauch 155, Streckseite des Vorderarmes 149, Fußrücken 126, Ober- und Unterschenkel (medial) 79, Wangen 75, Nacken, Rücken, Gesäß 57.

Nach neueren Zählungen von Hörschelmann sind die Grenzwerte geringer, die Drüsen aber zahlreicher: auf 1 qcm am Fußrücken 641, in der Vola manus 1111.

Das Corpus glandulae sudoriferae ist rundlich oder abgeplattet, etwas durchscheinend, von gelblicher oder gelblichrötlicher Farbe und regional sehr wechselndem Durchmesser. In der Regel 0,3—0,4 mm betragend, kann er auf 0,06 mm herabsinken, aber auch auf 2—7 mm Breite, 1—3 mm Länge (Achselhöhle) ansteigen. Seinem Bau nach ist der Knäuel ein einziger, vielfach gewundener Kanal (Fig. 280), dessen Wand von einer einfachen Lage zylindrischer Zellen gebildet wird. Die Zellen enthalten Fetttröpfchen und Pigmentkörnchen. Sie sitzen auf einer zarten Basalmembran, welche sich mit saurem Orcëin und mit Resorcinfuchsin gut färbt. Bei stark entwickelten Knäueldrüsen liegt zwischen dem Epithel und der Basalmembran eine Schicht longitudinaler glatter Muskelfasern (Fig. 281). Jenseits der Basalmembran folgt eine bindegewebige Hülle. Die Knäuel können in ein mehr oder weniger dichtes lymphoides Gewebe eingebettet sein (Achselhöhle).

Der Ausführungsgang, Ductus sudoriferus (Fig. 280), beginnt schon im Knäuel, steigt in leichten spiraligen Windungen meist senkrecht durch die Lederhaut, nimmt seinen Weg durch das Epithel — und zwar zwischen den Papillenreihen der Hautriffe hindurch, wo sie vorhanden sind — und mündet mit trichterförmiger Erweiterung auf den Kuppen der Hautriffe (Fig. 249), nicht in den dazwischen gelegenen Tälern. Um so leichter wird ein Abfließen und Verdunsten des Sekretes stattfinden können. Innerhalb der Epidermis ist der Schweißgang stärker spiralig, korkenzieherartig gewunden; es können 2—16 Windungen gezählt werden (Figg. 242, 251, 280). So zeigen sich spiralige Windungen in der ganzen Länge des Tubulus; man hat sie alle auf gleiche Ursache, starkes Längenwachstum im kleinen Raume, zu beziehen.

Alle Ausführungsgänge haben eine bindegewebige Hülle mit längsstehenden Kernen und eine Basalmembran. Das Epithel ist in doppelter Lage vorhanden; die äußere ist eine Fortsetzung der Längsmuskelschicht, die innere eine Fortsetzung der Drüsenzellenschicht. Die platten Zellen der Innenlage sind mit einem in den verschiedenen Höhen verschieden gestalteten, starken Kutikularsaum versehen (Heynold). Fig. 281.

Hier und da vereinigen sich die Schweißgänge zweier Drüsen zu einem einzigen.

Ungewöhnliche Formen. Einfachere Formen von Schweißdrüsen kommen an den Augenlidern vor. Sie bilden hier keinen Knäuel, sondern nur leichte Windungen, münden mit den Haarbälgen der Wimpern aus und werden Mollsche Drüsen genannt. An der Caruncula lacrimalis kommen Übergangsformen von Mollschen zu gewöhnlichen Schweißdrüsen vor. Von besonderem Interesse ist, daß beide Umstände, Mangel des Knäuels und Verbindung mit den Haarbälgen, bei den gewöhnlichen Schweißdrüsen der Säugetiere keine seltene Erscheinung sind.

Gefäße. Die Gefäße der Drüsenknäuel stammen von selbständigen Zweigen der Hautarterien, umspinnen die Knäuel mit korbähnlichen Geflechten, dringen

Digitized by Google

aber auch in die Tiefe ein und umgeben alle Windungen. Das aus ihnen hervorgehende Kapillarnetz steht mit demjenigen der Oberfläche nur durch das Kapillarnetz des Ausführungsganges in Verbindung. Fig. 254.

Nerven. Zu den Drüsenknäueln treten zahlreiche Nervenfasern und bilden in der bindegewebigen Hülle ein reiches feinfaseriges Geflecht. Eine gewisse Anzahl von Fäden tritt zur Muskelschicht; ob zu den Drüsenzellen, ist ungewiß (Ranvier). Die Schweißnerven schließen sich in ihren Bahnen den großen Nerven an, durchlaufen aber anscheinend größtenteils den Sympathikus. Unter dem Einflusse veränderter Erregung verschiedener Art kommt es in den Schweißdrüsen zur Absonderung reichlicher Flüssigkeit, die sich über die Oberfläche ergießt. Im gewöhnlichen Verhalten verdunstet aber das Wasser in dem Maße, als es ausgeschieden wird, an den Mündungen. Man nennt diese Art der Wasserabgabe Perspiratio insensibilis.

Schweiß, Sudor.

Der Inhalt der Lichtung des Drüsenknäuels tritt in zwei Formen auf, als helle Flüssigkeit ohne geformte Teile und als eine halbflüssige, mit vielen farblosen und gelblichen Körnchen versehene Masse, die auch Lymphkörperchen enthalten kann. Letzterer bildet den Übergang zu dem Sekret der Glandulae ceruminosae und circumanales.

Der Schweiß enthält Wasser, Kochsalz, Fette, Harnstoff. Die saure oder alkalische Reaktion rührt von der Frische des gelieferten Fettes her.

Der Pferdeschweiß (das Pferd schwitzt bekanntlich stark) enthält beträchtliche Mengen von Eiweiß, die leicht zu Schaumbildung Veranlassung geben; beim Eintrocknen bleiben Eiweißhäutchen zurück.

2. Glandulae ciliares (Molli) siehe Auge.

3. Glandulae ceruminosae, *Ohrschmalzdrüsen.*

Die Ohrschmalzdrüsen liegen in der Auskleidung des knorpeligen äußeren Gehörganges und bilden in der Tela subcutanea desselben unterhalb des Talgdrüsenlagers der Haare eine fast zusammenhängende Lage. Die Knäuel sind gewöhnlich lockerer als bei den Schweißdrüsen. Sie entstehen von den Haarbälgen aus (Alzheimer). Ihr bitter schmeckendes Sekret ist das Cerumen, ein Schutzmittel des Ganges. Es bildet oft zusammen mit den abgestoßenen Epithelzellen und den ausgefallenen Haaren unter beträchtlicher Eindickung dunkelbraune bis schwarze Pfröpfe, welche den äußeren Gehörgang verstopfen und das Hören beeinträchtigen.

4. Glandulae circumanales, *Afterdrüsen.*

Sie bilden einen die Afteröffnung umgebenden Ring, sind mehrfach größer als die Schweißdrüsen, setzen sich jedoch in kleinerer Form bis in die Gegend des Sphincter ani internus fort. Ihr Sekret ist ein Riechstoff. Sie sind nicht mit den sogenannten Analdrüsen der Säuger zu verwechseln, welche dem alveolären Typus angehören.

Eggeling, H., Über die Schläfendrüse des Elefanten. Biol. Zentralblatt, 21. Bd., 1901.

b) Talgdrüsen, Glandulae sebaceae. Figg. 283—285, 304, 314.

Die Talgdrüsen sind entweder unverästelte oder verästelte Drüsen alveolärer Art, liegen in der Lederhaut und sind überwiegend an das Vorkommen der Haare gebunden, in deren Balg sie an bestimmter Stelle, nahe der Hautoberfläche ein-

Digitized by Google

münden. Sie werden daher auch Haarbalgdrüsen genannt. Während die Talgdrüsen der größeren Haare als Anhänge der Haarbälge auftreten (Fig. 304), findet bei den kleinen Wollhaaren das umgekehrte Verhältnis statt; die Wollhaare erscheinen als Anhänge der verhältnismäßig sehr ansehnlichen Talgdrüsen und ragen als feine Stäbchen aus deren Ausführungsgang hervor (Fig. 283). An den kleinen Haaren sind immer nur einzelne oder wenige Talgdrüsen vorhanden; an den großen Haaren aber umgibt ein ganzer Kranz von solchen, eine Talgdrüsenrosette von 4—6 Einzeldrüsen, den Haarbalg.

Mit den Haaren verbreiten sich die Talgdrüsen über den größten Teil des Körpers und lassen nur die Vola manus und die Planta pedis frei.

Freie, nicht an Haare gebundene Talgdrüsen kommen an vielen Körperstellen vor. Es sind folgende zu nennen. Die Augenlider, das Lippenrot (Fig. 285), die Wangenschleimhaut; das Übergangsgebiet zwischen der äußeren Haut und der Nasenschleimhaut, desgleichen zwischen der Haut des Anus und der Mucosa recti; die Oberfläche der Glans penis, das innere Blatt des Präputium, die Haut der Labia minora, die Haut der Glans und des Praeputium clitoridis, die Brustwarzen und der Warzenhof des Weibes.

Die Größe der Talgdrüsen schwankt von 0,2 bis 2,2 mm Länge mit ansehnlicher Breite; von einer einzigen, bis zu 16 und 20 Alveolen.

Große Formen finden sich in der Haut der Nase, wo ihre Mündungen mit freiem Auge sichtbar sind; ferner am Mons pubis, an den Labia majora, an der Areola mammae, am Skrotum, an der Ohrmuschel.

Eine modifizierte Form sind die Meibomschen Drüsen der Augenlider.

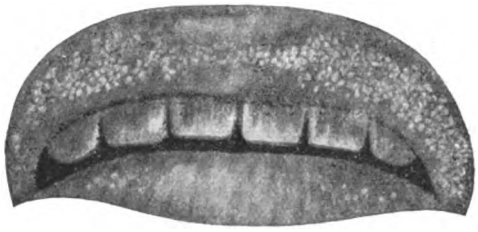


Fig. 285.

Freie Talgdrüsen des Lippenrotes.
Mann von 30 Jahren. (L. Stieda, 1902.)

Der Ausführungsgang wird von einer Fortsetzung des äußeren Epithels des Haarbalges ausgekleidet, d. h. von geschichtetem Plattenepithel (Fig. 283). Letzteres geht unter Verminderung der Schichten in das Epithel der Drüsenkörper über. In seiner äußersten Lage besteht letzteres aus niedrig zylindrischen Zellen, weiter innen folgen verschieden große, rundliche, vieleckige Zellen (Talgzellen), welche zunehmend mit größeren und kleineren Fettkügelchen beladen sind (Fig. 284); endlich folgt frei gewordenes Fett, indem die Zellen platzen. Durch die Vis a tergo der fortgehenden Sekretion wird das Fett schließlich über die Mündung geschoben und dient zur Einölung des Haares und der umgebenden Hautoberfläche. Auch die glatten Haarmuskeln wirken bei ihrer Kontraktion fördernd auf die Fettentleerung.

Der Kern der Drüsenzellen erfährt während der zunehmenden Fettbildung Veränderungen und geht, nach Rosenstadt, wie bei der Verhornung, schließlich zugrunde; auch die Zellreste verhornen und werden schließlich mit dem Talge ausgestoßen.

Ausführungsgang und Drüsenkörper besitzen jenseits des Epithels eine Basalmembran und eine bindegewebige Hülle.

Der Gefäßapparat ist wenig entwickelt; Nerven der Talgdrüsen sind nicht sicher nachgewiesen.

Das Sekret der Talgdrüsen, der Hauttalg, Sebum cutaneum, ist ein in der Körperwärme flüssiges Fett, welches auch Zellenreste beigemengt enthält.

Das in den Talgdrüsen reichlicher angesammelte Fett wird oft Comedo, Mit-

Digitized by Google

esser, genannt. In der Tat beherbergen Talgdrüsen nicht selten die eine oder andere Milbenart, den Acarus folliculorum.

Stieda, L., Das Vorkommen freier Talgdrüsen am menschlichen Körper. Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropologie, 4. Bd., 1902. — Schultze, W., Über die Talgdrüsen usw. an den Labia majora und minora . . . Dissertation, Berlin 1898, findet an den Labia minora des Neugeborenen noch keine Talgdrüsen. Sie treten erst um das 10. Jahr auf und sind auf der medialen Seite zahlreicher.

c) Die Brüste oder Milchdrüsen, Mammae. Figg. 286—293.

Bei dem geschlechtsreifen Weibe bilden die Brüste zwei symmetrisch gelegene halbkugelige Hervorragungen, welche im Bereich der dritten bis sechsten oder siebenten Rippe, mitten zwischen dem Brustbein und der Achselhöhle, der vorderen Brustwand anliegen, mehr oder weniger weit gegen die Mittellinie vorschreiten und den (individuell verschieden weiten) Busen, Sinus mammarum, zwischen sich lassen. Etwas unterhalb der Mitte einer jeden Brust, meist in der Höhe des vierten Interkostalraumes oder der fünften Rippe, erhebt sich von der Oberfläche des Organes ein kleiner konischer Vorsprung, die Brustwarze, Papilla mammae, welche etwas nach außen und oben gerichtet ist. Die Haut der Brustwarze zeichnet sich durch eine dunklere Färbung aus; ebenso das die Brustwarze zunächst umgebende kreisförmige Feld, der Warzenhof, Areola mammae. Nur die Spitze der Papilla mammae bleibt ungefärbt. Bei Jungfrauen der weißen Rasse ist jene Farbe rosa oder dunkler rot, bei Frauen, die geboren haben, bräunlich. Jene Haut der Brustwarze ist ferner mit Runzeln besetzt. In der Nähe ihrer Spitze befinden sich 12—15 kleine Öffnungen, Milchporen, Pori lactiferi, die Mündungen der Milchgänge, Ductus lactiferi.

Die Grundlage der Mamma bildet der eigentliche Drüsenkörper, Corpus mammae, welcher von einem dem Panniculus adiposus angehörigen Fettpolster, Capsula adiposa mammae, umhüllt wird. Die Mächtigkeit dieses Fettpolsters bedingt wesentlich die individuellen Größenunterschiede der Mamma; die Drüse selbst, viel kleiner als die ganze Hervorragung, hat weit geringere individuelle Schwankungen ihrer Durchmesser. Sie stellt einen festen, fast kreisförmigen, abgeplatteten Körper dar, dessen innere Fläche, Basis glandulae mammae, flach oder leicht gehöhlt ist; ihr längster Durchmesser richtet sich schief nach oben und außen. Die Basis liegt der Fascia pectoris superficialis und dem großen Brustmuskel auf, überragt nur selten den unteren Rand des letzteren und ist mit der genannten Fascie durch Bindegewebe verbunden. Der dickste Teil der Drüse ist der zentrale Abschnitt in der Umgebung der Brustwarze; der peripherische Abschnitt des Drüsenkörpers ist (Eggeling) unten und außen bedeutend dicker, als oben und innen. Die Capsula adiposa wird von einer großen Anzahl bindegewebiger Septa, Retinacula mammae, durchsetzt, welche dem System der Retinacula cutis angehören, einerseits mit der Lederhaut, andererseits mit dem die Drüse umgebenden Bindegewebe, sowie mit der Fascia pectoris superficialis in Verbindung stehen und somit zur Befestigung der Drüse dienen. Nach Entfernung der Haut und des Fettgewebes werden die leistenartigen Vorsprünge deutlich sichtbar, welche die Vorderfläche des Drüsenkörpers aufweist. (Figg. 292, 293.) Unter der Brustwarze und dem Warzenhofe liegt kein Fettgewebe, sondern ein festes, gefäßreiches Bindegewebslager, welches die Milchgänge umgibt.

Die Milchdrüse ist kein einheitliches Gebilde, sondern besteht aus 15—20 getrennten, kegelförmigen Lappen, Lobi mammae (Fig. 286), welche in radiärer

Digitized by Google

Richtung um die Brustwarze und den Warzenhof aufgereiht sind. Ein derbes, von Fettgewebe durchsetztes Bindegewebslager bettet sie ein und verbindet sie zu einem Ganzen. Jeder Lappen besteht aus größeren und kleineren Unterabteilungen, Lobuli mammae, bis endlich die Endbläschen, Alveolen, erreicht sind, welche die Milch absondern. Die Drüsensubstanz hebt sich von dem umgebenden Binde- und Fettgewebe durch blassere, rötlichweiße Farbe und festere Beschaffenheit ab. Fig. 291.

Die aus den Hauptabteilungen der Drüsen hervorgehenden Drüsenkanäle sind die erwähnten Milchgänge. Sie verlaufen, 15—20 an der Zahl, gegen die Brustwarze hin, haben 1,7 bis 2,3 mm Durchmesser und erweitern sich, bevor sie in die Brustwarze eintreten, namentlich während der Milchabsonderung, zu kleinen Aussackungen, Milchsäckchen, Sinus lactiferi. Diese sind 5—8 mm weit

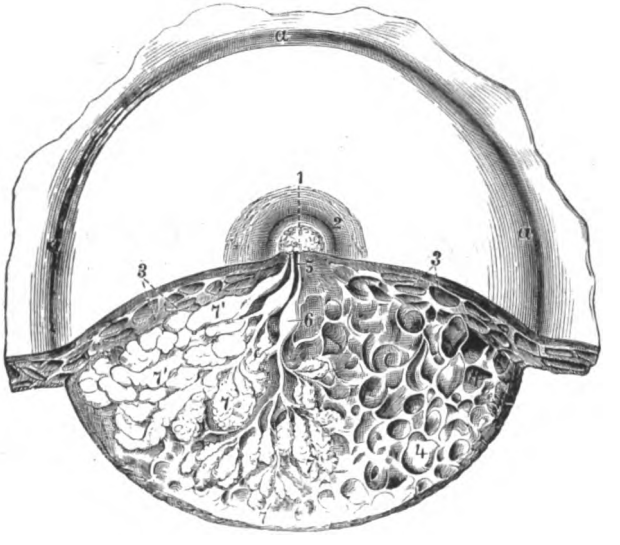


Fig. 286.

Weibliche Brustdrüse während der Milchabsonderung. (Luschka.) 2:3.

Auf der einen Seite sind die Drüsenteile frei präpariert, auf der anderen Seite ist nur das Zwischengewebe erhalten und die Drüsenmassen sind herausgenommen. 1 oberer Teil der Papilla; 2 Areola; 3, 3 Capsula adiposa; 4 Stroma der Drüse; 5 Ductus lactiferi; 6 Sinus lactiferi; 7, 7 frei präparierte Drüsenläppchen; 7', 7' noch miteinander verbundene Drüsenläppchen.

und dienen als vorübergehende kleine Milchbehälter. Am Beginn der Brustwarze nehmen die Gänge wieder ihre ursprüngliche Weite an, legen sich ziemlich dicht aneinander und verlaufen, von Gefäßen umgeben, zur Warzenspitze. Auf ihrem Wege dahin vereinigen sich einzelne Milchgänge mit einem Nachbargange. Daher sind die Mündungen etwas weniger zahlreich als die Lappen. Die Pori lactiferi liegen in kleinen Eindrücken der Oberfläche und sind enger als die Gänge, zu welchen sie gehören.

Die linke Milchdrüse ist meist etwas größer als die rechte.

Die einzelnen Lappen sind von einer dichten Bindegewebsschicht überzogen und werden durch tiefe mit Fettgewebe erfüllte Gruben voneinander getrennt. An der vorderen Fläche und am Rande erstrecken sich die Lappen oft ziemlich weit in die Fettschicht hinein. (Fig. 291.) Häufig zieht eine Verlängerung der Drüsenmasse vom oberen lateralen Umfange gegen die Achselhöhle hin.

Digitized by Google

Der Warzenhof ist zuweilen tiefer unter die Oberfläche eingesenkt. In anderen Fällen wölbt er sich stärker hervor.

Was den feineren Bau betrifft, so besitzt der Warzenhof Talgdrüsen von ansehnlicher Größe, die während der Schwangerschaft sich noch stärker ausbilden (ca. 12 an Zahl), Montgomerysche Drüsen, Glandulae areolares (Montgomerii), genannt werden und sogar zu einer Art Milchabsonderung gelangen können. Man hat sie daher auch schon als verirrte Milchdrüsen bezeichnet; man faßte sie auf als Zwischenglieder der gewöhnlichen Talg- und der Milchdrüsen. Eggeling aber (Jen. Zeitschr. Naturw. 1904) faßt sie als Zwischenglieder zwischen Schweißdrüsen und Milchdrüsen auf. An denselben Stellen, wo diese Talgdrüsen sich befinden, sind auch Wollhaare vorhanden. Der Warzenhof besitzt ferner größere Schweißdrüsen. Die Papillen der Brustwarze sind groß und häufig zusammengesetzter Art. Brustwarze und Warzenhof sind ferner reichlich mit glatter Muskulatur ausgestattet. An letzterem sind die Bündel breit, abgeplattet, kreisförmig, zum kleineren Teil radiär gestellt. In der Brustwarze bilden die zahlreichen Bündel, teils in der Längsrichtung geordnete, größtenteils aber ringförmig verlaufende und mit jenen sich verflechtende Netze. Außer kollagenem Gewebe ist auch elastisches Gewebe reichlich in der Brustwarze vorhanden.

Die Milchgänge führen in der Gegend der Mündung ein aus 8—10 Lagen bestehendes Plattenepithel, sonst niedriges Zylinderepithel.

Die Milchdrüse, oder vielmehr jeder einzelne Lappen derselben, ist seinem Baue nach eine zusammengesetzte alveoläre Drüse, mit baumförmiger Verästelung des Milchganges.

Sie gelangt zu stärkerer Ausbildung erst zur Zeit der Geschlechtsreife, während bis dahin eine kindliche Beschaffenheit vorliegt. Aber auch die Geschlechtsreife bringt die Drüse nur auf eine Vorstufe. Denn sie verharrt zunächst funktionslos. Ihre volle Entwicklung erreicht sie erst mit dem Übergange in den tätigen Zustand, in der Periode der Milchabsonderung. Schon im zweiten Monat der Schwangerschaft treten äußere Veränderungen der Mamma zutage. Der Warzenhof vergrößert sich und wird dunkler; dies nimmt bis zur Geburt zu, so daß man diesen Zustand der Brust als eine ziemlich sichere Andeutung vorhandener Schwangerschaft ansieht. In gleichem Schritt mit dieser äußeren Veränderung bildet sich die Drüse mehr aus und tritt in die unreifen Anfänge ihrer absondernden Tätigkeit ein. Mit der steigenden Ausbildung des Organes vermehrt sich auch die Blutzufuhr unter Zunahme des Gefäßapparates.

Die Alveolen sind rundlich oder birnförmig und sitzen den Enden der Ausführungsgänge in schräger Richtung an. In der jungfräulichen Mamma sind die Endkammern klein, ihre Wände liegen dicht aneinander. Zur Zeit der Laktation dagegen sind die Endkammern ansehnliche Bläschen von durchschnittlich 0,12 mm Durchmesser, mit großem Lumen, welches von unzähligen Fettkügelchen und einer sie einschließenden Flüssigkeit angefüllt wird; der Inhalt der Alveole ist fertige alveoläre Milch. Die Wand der Alveolen besteht aus einer kernhaltigen Basalmembran mit spärlichem äußeren Bindegewebe. Die Innenfläche der Basalmembran ist bedeckt mit dem Milchepithel, d. i. mit einer einschichtigen Lage von Epithelzellen, welche sich in verschiedenen Phasen der Funktion und Form befinden (Fig. 287); eine und dieselbe Endkammer hat jedoch ziemlich gleich beschaffene Epithelformen. Die einzelnen Epithelzellen können mit Fettkügelchen reich beladen, aber auch ganz fettfrei gefunden werden. In dem die Endkammern trennenden Zwischengewebe verbreiten sich die Blutgefäße, Lymphgefäße und Nerven; ferner finden sich in demselben Gruppen von Plasmazellen und an Menge

Digitized by Google

wechselnd Lymphkörperchen. Letztere sind vereinzelt auch in der alveolären Milch und auf der Wanderung durch die Wände der Alveolen anzutreffen. Doch spielen sie bei der Erzeugung der Milch nur eine zufällige Rolle.

Die Milchdrüsen sind den Talgdrüsen morphologisch nahe verwandt. Von anderen Autoren aber wird Zusammengehörigkeit der Milchdrüse mit den Schweißdrüsen angenommen (siehe darüber die neueste Zusammenfassung der Literatur durch Brinkmann).

Brinkmann, A., Die Hautdrüsen der Säugetiere. Ergebnisse der Anat., 1912. — Eggeling, H. von, Über die Stellung der Milchdrüsen usw. in Semon zoolog. Forschungsreisen. 1905, 1906. — Derselbe, Über die Form des Milchdrüsenkörpers beim menschlichen Weibe. Anat. Anz., 45. Bd., 1913. — Wiedersheim, R., Der Bau des Menschen. 4. Aufl., 1908, S. 11—23 über Haare, S. 23—37 über Hautdrüsen; mit vielen Abbildungen.

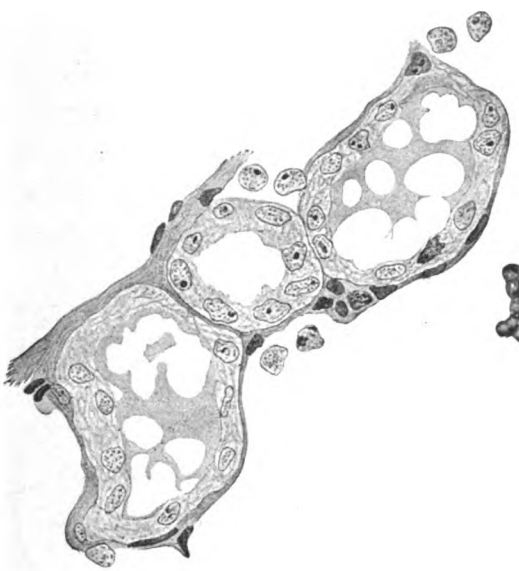


Fig. 287.

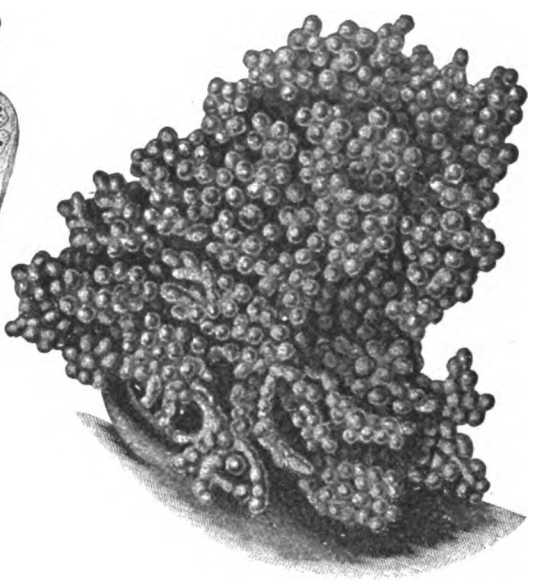


Fig. 288.

Fig. 287. Aus der funktionierenden Milchdrüse von Manis javanica. (H. Eggeling, 1900.)

Fig. 288. Korrosionspräparat der Mamma, deren Ductus lactiferi mit Korrosionsmasse injiziert worden waren. Schwache Vergrößerung. Es ist nur ein kleiner Teil eines Lobus gezeichnet. (Middendorp.)

Frauenmilch, Lac femininum.

Sie ist rein weiß, infolge der Gegenwart der zahllosen Fettkügelchen, oder bläulich weiß, dünnflüssig, geruchlos, von mildem, süßlichen Geschmack und neutraler Reaktion.

Sie hat ein spezifisches Gewicht von 1,028 bis 1,034 und bei der Entleerung eine Temperatur von 38° C. Die in den ersten Tagen nach der Geburt abgesonderte Milch ist eine Übergangsmilch und wird Colostrum puerperarum genannt; sie ist meist dickflüssiger, gelblicher, grauer, zuweilen aber auch dünner als die spätere Milch. Die schon während der Schwangerschaft in den Brüsten abgesonderte Flüssigkeit, Colostrum gravidarum, nimmt mit vorrückender Zeit allmählich die Beschaffenheit des Colostrum puerperarum an. Beide Flüssigkeiten sind unreife Milch und durch den Besitz zahlreicher großer, mit Fettkugeln beladener kernhaltiger Zellen ausgezeichnet, welche Donnésche Körperchen oder Kolostrumkörperchen genannt werden. Es sind wahrscheinlich Lymphzellen, welche sich mit Fett beladen haben. — Ähnliche Verhältnisse finden sich bei den Säugetieren.

Digitized by Google

Die fertige Milch enthält von geformten Bestandteilen überaus zahlreiche kugelige Fetttröpfchen von 2—5 μ, Milchkügelchen, Corpuscula lactis genannt, und spärliche Lymphkörperchen. Dünne Eiweißhüllen umgeben vermutlich die Fettkügelchen. Beim Stehen der Milch trennt sich ein Teil der Fettkügelchen von der Flüssigkeit, steigt auf und bildet den Rahm, Cremor lactis.

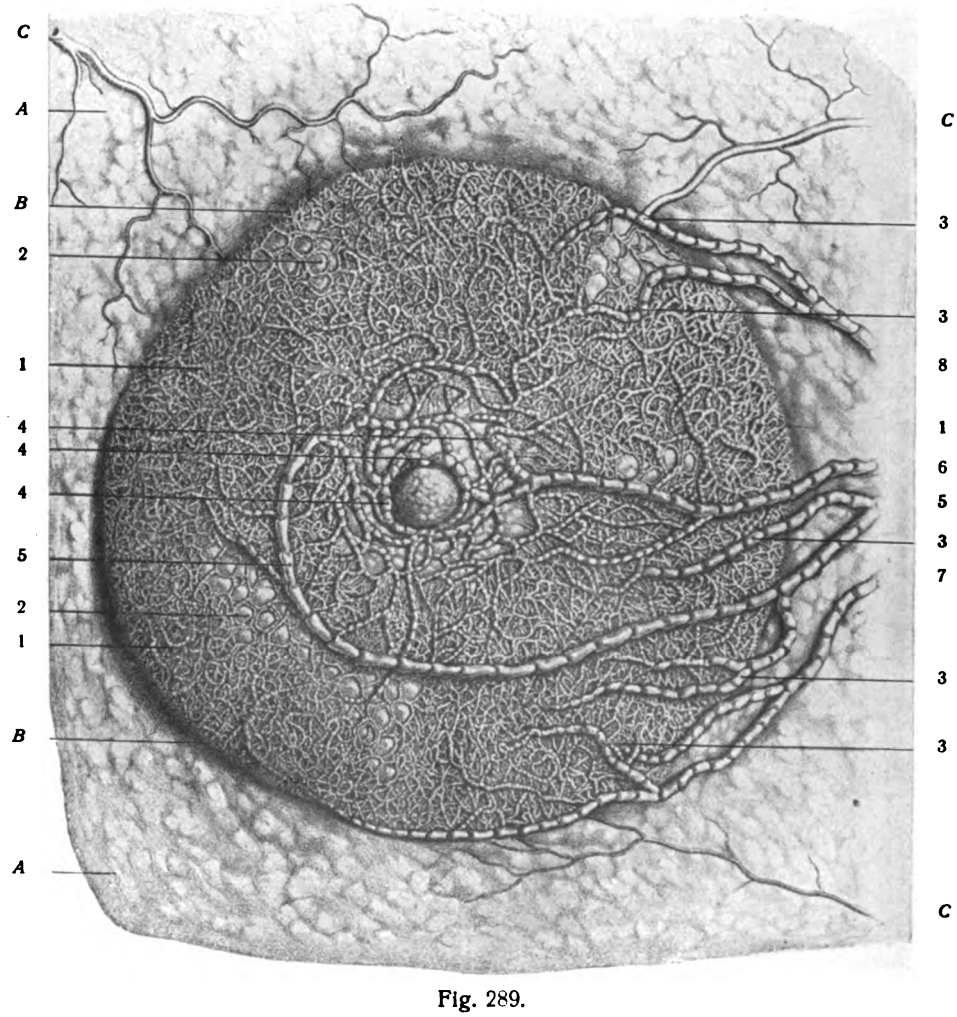


Fig. 289.

Lymphgefäßnetz der vorderen Fläche der Mamma; subareoläres Geflecht; Stämme.

A Fettlager; *B* Rand der Mamma; *C* Blutgefäße.

1 Lymphgefäßnetz um die oberflächlichen Läppchen; ebenso dringt es in die Tiefe; 2 Stämmchen der Lobuli; 3 Lymphgefäße, die vom peripheren Netze ausgehen; 4 subareoläres Geflecht; 5 große Stämmchen; 6 großes, mehr gradliniges Stämmchen; 7, 8 Stämmchen aus der Peripherie der Drüse; 5, 6, 7 und 8 ziehen zu den Lymphoglandulae axillares. (Ph. C. Sappey.) 2:3.

Von allen Fettkügelchen befreite Milch stellt das Plasma lactis dar; es enthält den Käsestoff noch in Lösung. Durch fermentative Wirkung und durch Ansäuern gerinnt die Milch, d. h. der Käsestoff wird ausgefällt. Die nach der Entfernung des Käsestoffes zurückbleibende Flüssigkeit bildet die Molke, Serum lactis.

Die wichtigeren chemischen Bestandteile der Milch sind in Mittelzahlen:

Wasser 87,79 Proz., feste Stoffe 12,21; Kasëin und Albumin 2,11; Fett 3,79; Milchzucker 5,71; Salze 0,24. Einige andere organische Bestandteile sind Pepton, Harnstoff, Lecithin. Von anorga-

Digitized by Google

nischen Salzen enthält die Frauenmilch nach Bunge: Kali 0,0703 Proz,. Natron 0,0257; Kalk 0,0343; Magnesia 0,0065; Eisenoxyd 0,0006; Phosphorsäure 0,0468; Chlor 0,0445; zusammen 0,2287 Proz., während die Kuhmilch 0,8404 Proz. enthält.

Die Zahl der Milchkügelchen beträgt nach Bouchut im Kubikmillimeter im Mittel 1026000 große und kleine.

Nach beendigter Laktationsperiode oder im Falle des Unterbleibens der Säugung bildet sich die Drüse zurück, indem die Alveolen sich wieder verkleinern und ihre Höhlen sowie die Gänge und Epithelzellen mit Fetttröpfchen und körnigem Detritus gefüllt zeigen. Bei der klimakterischen Involution fallen die

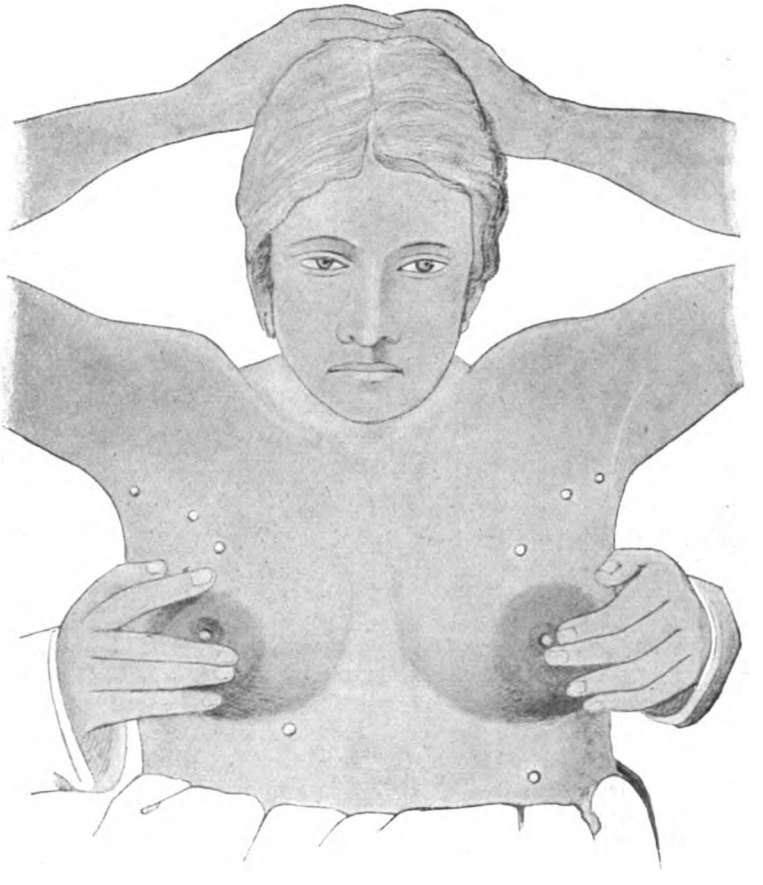


Fig. 290.

Hypermastie bei einem 22jährigen Mädchen. Aus Wiedersheim. (Nach Neugebaur.)

Milchdrüsen einem allmählich weiter gehenden Schwunde anheim, der sich sogar bis auf die Ausführungsgänge erstrecken kann.

Von Interesse ist, daß auch die Milchdrüse der Neugeborenen bereits ein Sekret zu liefern vermag; dies ist die sogenannte Hexenmilch, Lac neonatorum. Nach den einen wäre das Erzeugnis keine echte Milch; doch ergab sowohl die chemische als auch die mikroskopische Untersuchung eine große Ähnlichkeit. Für ihre Beurteilung als Milch ist auch Barfurth eingetreten.

Gefäße und Nerven der Mamma. Fig. 289.

Die Arterien stammen von den Aa. intercostales (Rr. mammarii mediales et latt.), sowie den Rr. mammarii der A. mammaria interna. Für die stärkere Entwicklung der Mamma in der Schwangerschaft pflegt man (ohne Grund) die

Digitized by Google

arteriellen Anastomosen als mitbedingende Ursache zu betrachten, welche die Rr. mammarii der Mammaria interna in letzter Linie mit den Aa. uterinae (durch Vermittlung der Aa. epigastrica superior und inferior) eingehen. Die A. epigastrica inferior nämlich entsendet die A. spermatica externa, letztere aber anastomosiert mit der A. uterina, indem sie längs des Lig. teres uteri zum Uterus gelangt.

Die subkutanen Venen bilden um die Basis der Papilla mammae ein polygonales Anastomosennetz, den Plexus venosus mamillae (s. Abt. III, Fig. 330). Die subkutanen Venen ziehen zu den größeren Venen der Nachbarschaft, sogar zur V. cephalica, während die tiefen Venen den Arterien folgen.

Die Lymphgefäße bilden engmaschige Geflechte in der die Drüsen deckenden Haut, besonders im Warzenhofe. Auch in dem interalveolären Bindegewebe sind Lymphgefäße vorhanden. Fig. 289.

Die Nerven sind in der äußeren Haut, in der Areola und Papilla mammae zahlreich, spärlich dagegen im Inneren der Drüse, wo sie vorwiegend als Gefäßnerven erscheinen. Sie stammen von den Nn. supraclaviculares, den Rr. cutanei antt. der Nn. intercostales II—V—VI, laufen in der Haut radiär zur Warze und dringen als Rami glandulares, welche von den Nn. intercostales IV—VI stammen, in die Drüse selbst. Mit den Arterien gelangen deren sympathische Geflechte ebenfalls in das Innere der Drüse.

In den Papillen der Brustwarze kommen Tastkörperchen vor, in ihrer Basis vereinzelte Vater-Pacinische Körperchen. An den größeren Milchgängen fand W. Krause Endkolben.

Die Brustwarze ist erektil und kann sich auf Reizung ihrer Hautnerven verlängern; doch bewirken die ihr angehörigen glatten Muskeln allein die Erektion, ohne Beteiligung von Venenräumen.

Ungewöhnliche Vorkommnisse.

Die Brustwarze kann doppelt sein, bei unveränderter Drüse. Hieran reiht sich das Vorkommen einer dritten Mamma. Hiervon unterscheiden sich jene Zustände, in welchen die Brustwarzen und vermutlich auch die Brustdrüsen in zwei symmetrischen Längsreihen sich ausgebildet haben. Oberhalb oder unterhalb der normalen kann noch je eine überzählige sich vorfinden, aber es können deren auch mehrere vorhanden sein (Mammae accessoriae). Im höchsten Falle sind acht accessorische Brustwarzen beobachtet worden, von welchen drei über, eine unter der ausgebildeten Mamma gelegen war. Sämtliche Primaten besitzen nur ein Brustdrüsenpaar. So knüpft das Vorkommen überzähliger Brustwarzen an Zustände an, welche zunächst bei Halbaffen usw. gefunden werden. Siehe Wiedersheim, Bau des Menschen. 4. Aufl. 1908. Figg. 12—18.

Schon oben (S. 224) sind die Montgomeryschen Drüsen als Zwischenglieder zwischen den gewöhnlichen Talg- und den Milchdrüsen erwähnt worden. Der morphologischen Verwandtschaft der beiden alveolären Hautdrüsengruppen entspricht es auch, wenn an anderen, ganz ungewöhnlichen Stellen Milchdrüsen zur Ausbildung gelangen. Solche heterotope Milchdrüsen sind schon an der Schulter, in der Achselhöhle, am Oberschenkel usw. zur Ausbildung gelangt. Zweifellos liegt hier im gewissen Sinne eine Verirrung vor, allein die Talgdrüsengrundlage (eventuell Schweißdrüsengrundlage) war in allen Fällen vorhanden.

Entwicklungsgeschichtliches und vergleichend Anatomisches.

Die erste Anlage der Mammarorgane tritt in Form eines paarigen Epithelstreifens der ventralen Rumpfwand auf: Milchstreifen genannt. Der Milchstreifen erhöht sich und wird zur Milchleiste (Milchlinie). Die daraus hervorgehenden isolierten Hügel heißen Milchhügel (primitive Zitzen). Indem die Milchhügel sich abflachen und zapfenartig in die Tiefe wuchern, entstehen die sogenannten Milchpunkte, die zur Bildung der Mammartaschen führen, durch Einsenkungen der einzelnen Drüsenfelder.

Digitized by Google

Eine äußerlich wahrnehmbare Milchleiste wie bei Säugetierembryonen kommt beim Menschen nicht oder nur in geringer Ausdehnung vor. Wohl aber ergab die mikroskopische Untersuchung die Gegenwart von Epithelwucherungen, Milchdrüsenanlagen. In einem Falle waren 8 überzählige Anlagen einerseits vorhanden, 4 oberhalb, 4 unterhalb der Hauptanlage. In anderen Fällen wurde eine 7- bis 14fache Anlage auf einer Seite gefunden. Die kranial gelegenen Anlagen waren meist lateral, die kaudal gelegenen meist medial von der normalen orientiert. Doch fehlten Anlagen in der unteren Bauchgegend überhaupt.

Kallius (Anat. Hefte, Bd. III, 1897) fand bei einem menschlichen Embryo von 15 mm Kopfsteißlänge eine Milchleiste von 1,5 mm Länge.

H. Eggeling kritisiert in seiner Arbeit über die Hautdrüsen der Monotremen (Verh. anat. Ges. 1900) die bisherigen Einteilungsversuche der Hautdrüsen. Als Prinzip der Einteilung ist einmal das Verhalten des Epithels zum Lumen, sodann der Modus der Sekretbildung zu bevorzugen. Sämtliche Knäueldrüsen und mit ihnen die Milchdrüsen der höheren Säuger sind als dauernd kanalisierte, vital sezernierende Hautdrüsen zusammenzufassen. Die Talgdrüsen hingegen und mit ihnen eventuell die eigentümlichen Drüsenorgane der Reptilien sind als temporär kanalisierte, nekrobiotisch sezernierende Hautdrüsen zu betrachten; denn ihr Sekret entsteht durch einen nekrobiotischen Vorgang, indem die sezernierenden Zellen untergehen. — Eine andere Einteilung gibt Brinkmann (Ergebnisse der Anat. 1912), er unterscheidet Glandulae immusculatae oder Talgdrüsen und Glandulae musculatae oder Schweißdrüsen. Auch nach dieser Einteilung gehört die Milchdrüse zu den Schweißdrüsen, nachdem durch Bertkau (Anat. Anz. Bd. 30) in den Endkammern der Milchdrüse kontraktile Elemente nachgewiesen sind.

Broman (Verh. anat. Ges. 1920 und 1921) hält es für wahrscheinlich, daß die Milchleiste homolog sei der Seitenlinie niederer Wirbeltiere; dagegen siehe Plate (Anat. Anz., 56. Bd., 1922).

Die männliche Brustdrüse, Mamma virilis.

Die Milchdrüse ist in ihrer ersten Anlage beiden Geschlechtern eigen und auch bis zur Zeit der Geschlechtsreife bei beiden Geschlechtern in gleicher Weise entwickelt. Weiterhin aber erfährt die männliche Drüse in der Regel keine höhere Ausbildung. Die Areola und Papilla mammae sind zwar vorhanden, jene aber hat kleineren Umfang und die Papilla ist nur 2—5 mm hoch. Sie liegt beim Erwachsenen im vierten Interkostalraume, durchschnittlich 12 cm von der Mittellinie entfernt. Der Drüsenkörper ist gegen 1,5 cm breit und 0,5 cm dick, von weißlicher Farbe und zäher Beschaffenheit. Läppchen und Gänge sind klein und kurz.

Blut- und Lymphgefäße verhalten sich ähnlich wie beim Weibe. Die Nerven der Brustwarze sind verhältnismäßig sehr zahlreich und endigen zum Teil in Tastkörperchen. An der Basis der Brustwarze und an der unteren Fläche des Drüsenkörpers sind auch Vater-Pacinische Körperchen gefunden.

In seltenem Falle vergrößert sich beim Manne die Mamma, einseitig oder doppelseitig. Man nennt diesen Zustand Gynäkomastie. Er ist zuweilen mit Mißbildungen des Geschlechtsapparates verknüpft. Bezüglich einer wirklichen Milchbildung bei Gynäkomasten liegen zwar Zeugnisse vor, doch werden sie im ganzen als nicht befriedigend betrachtet.

Auch bei Männern kommt Überzahl der Brustwarzen, sogenannte Hyperthelie (ἡ θηλή die Brustwarze) vor; ja sie ist nach Ausweis der umfangreichen Nachforschungen v. Bardeleben ein viel häufigeres Vorkommnis, als zu erwarten war, und zwar hätte bei uns jeder siebente Mann eine oder mehrere überzählige Brustwarzen. Fast noch wichtiger als diese ungeahnte große Häufigkeit scheint aber der Nachweis, daß diese überzähligen „Brustwarzen" nicht nur in der bekannten von der Schulter und Achsel nach der Schamgegend verlaufenden Linie erscheinen, sondern an ganz bestimmten Orten ihren Sitz haben, nach denen die ihnen zukommende Ordnungsnummer festgestellt werden kann. Unsere normale Papilla und Mamma ist darnach die vierte von oben.

Man erinnert sich, daß in dem oben mitgeteilten extremen Falle von überzähligen Mammae auf jeder Seite beim Weibe die normale Mamma ebenfalls die vierte in der Reihe war.

Digitized by Google

Nach A. Kirchners Beobachtungen an 890 Männern stehen die Brustwarzen bei $^6/_7$ der Untersuchten in Höhe derselben Rippe. Unter den 763 Fällen von Gleichstand der Brustwarzen fand sie sich bei fast der Hälfte in Höhe der 5. Rippe, bei mehr als $^1/_3$ in Höhe des 4. Zwischenraumes, bei 89 Fällen in Höhe der 4. Rippe, bei 21 Fällen in Höhe des 5. Zwischenrippenraumes.

Literatur.

v. Bardeleben, Massenuntersuchungen über Hyperthelie beim Manne. Verh. d. Anat. Ges., 1893. — Bresslau, E. W. U., Über Ontogenie u. Phylogenie des Mammarapparates. Anat. Anz., 21. Bd., 1902. — Burckhardt, G., Über embryonale Hypermastie und Hyperthelie. Anat. Hefte, Nr. 26, 1897. — Eggeling, H., Die ausgebildeten Mammardrüsen der Monotremen und die Milchdrüsen der Edentaten usw. Aus Semon, Zool. Forschungsreisen. G. Fischer, Jena 1899. — Henneberg, B., Die erste Entwicklung der Mammarorgane bei der Ratte. Anat. Anz., 1899. — Hirschland, L., Beiträge zur ersten Entwicklung der Mammarorgane des Menschen. Anat. Hefte, Nr. 19/20. 1898. — Kirchner, A., Die Lage der Brustwarze. Anat. Hefte, Nr. 33, 1898. — Profé, O., Beiträge zur Ontogenie und Phylogenie der Mammarorgane. Anat. Hefte, Nr. 36, 1898. — Sticker, A., Zur Histologie der Milchdrüse. Arch. mikr. Anat., 54. Bd. 1899. — Strahl, H., Die erste Entwicklung der Mammarorgane des Menschen. Verh. anat. Ges. 1898. — Unger, E., Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Milchdrüse. Anat. Hefte, Nr. 32, 1898.

B. Die Horngebilde der Haut.

a) Die Nägel, Ungues, Figg. 294—302.

Die Nägel sind Hornplatten, welche den Rücken der Endglieder von Fingern und Zehen zum größeren Teil decken. Sie wirken hier als Schutzorgane, natürliche Waffen und Werkzeuge, als Widerlager und Gegensatz des gegenüberliegenden hoch entwickelten Tastapparates und bilden mit den Krallen, Klauen und Hufen eine natürliche Reihe.

Mit ihren hinteren konkaven und den seitlichen geraden Rändern sind sie in Furchen der Haut eingeschoben; ihr vorderer konvexer Rand ragt frei hervor. Demnach unterscheidet man am Nagel den hinteren, am stärksten in die Hautfalte eingeschobenen Teil als Nagelwurzel, Radix unguis, den Seitenrand, Margo lateralis, die beide umhüllende Hautfalte als Nagelwall, Vallum unguis, die Furche, in welche er eingeschoben ist, als Nagelfalz, Sulcus matricis unguis, und den Teil der Lederhaut, auf welcher der Nagel aufruht, als Nagelbett, Matrix unguis. Der mittlere Teil des Nagels heißt Nagelkörper, Corpus unguis, und das vorn hervorragende Stück Kuppe, Margo liber s. Apex unguis. Die Nagelwurzel, auch Margo occultus genannt, ist der dünnste Teil des Nagels; ihr vorderer Rand tritt meist am Daumen, manchmal auch an einzelnen oder an allen Fingern (häufiger an Frauenhänden) aus dem Nagelfalze etwas hervor und erscheint als abgerundete, vorn konvexe, etwas hellere Stelle, das Möndchen, Lunula (Figg. 294—296). Am vorderen Rande der Lunula besitzt der Nagel seine größte Dicke. Das Nagelbett ist am vorderen Ende von der Fingerbeere getrennt durch eine schmale Furche, die vordere Fortsetzung der Seitenfurchen, auf deren Grund der Nagelsaum oder das Sohlenhorn seine Lage hat, welches vom freien Teile des Nagels dorsal überragt wird. Fig. 298.

Die Nagelplatte ist quer konvex, besonders stark am schmalen fünften Finger; meist ist auch eine Längswölbung vorhanden, besonders wieder am fünften Finger, wodurch dessen Nagel einer Kralle mehr ähnelt als die übrigen.

Man kann den Nagel mit Gewalt oder in schonender Weise vom Nagelbett entfernen. Abgehoben ist er weißlich durchscheinend, weißlich besonders an der

Digitized by Google

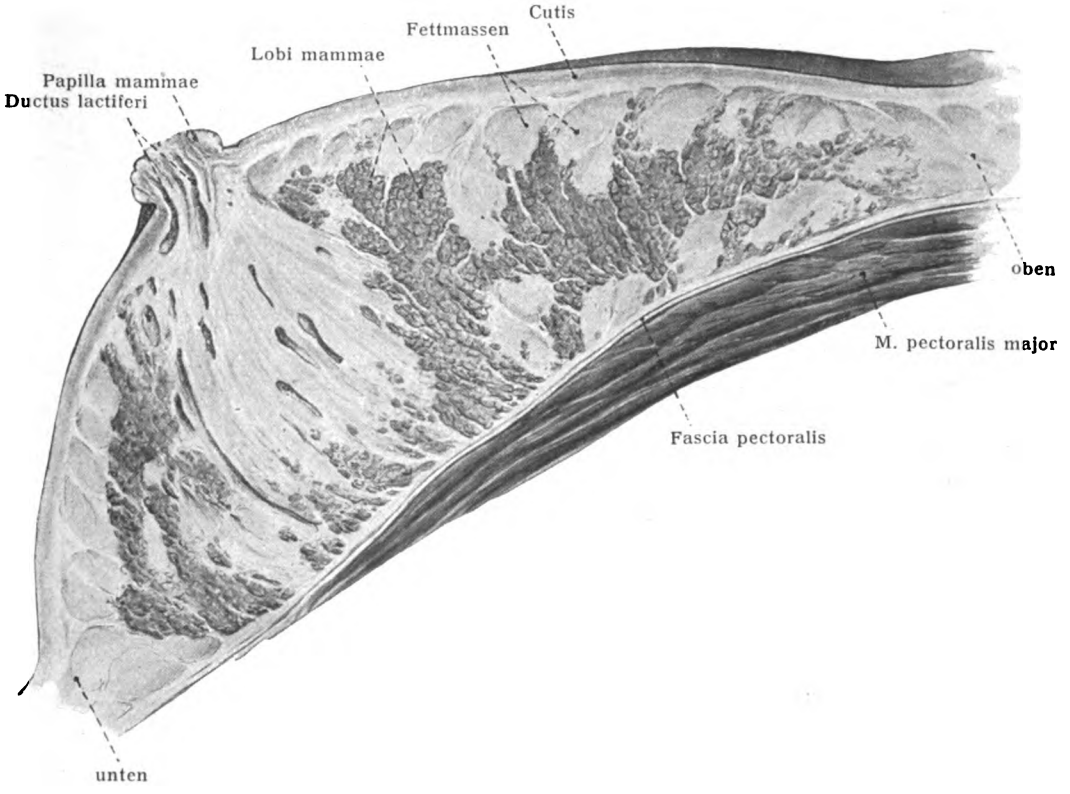


Fig. 291. Sagittalschnitt durch die Mamma einer Frau ($^1/_1$).

Fig. 292.

Fig. 293.

Figg. 292, 293. Milchdrüsenkörper eines frisch entbundenen jungen Weibes. (Linke Brust.) (Nach Eggeling.) ($^3/_4$).

Fig. 292. Ansicht von vorn. Fig. 293. Ansicht von links.

Digitized by Google

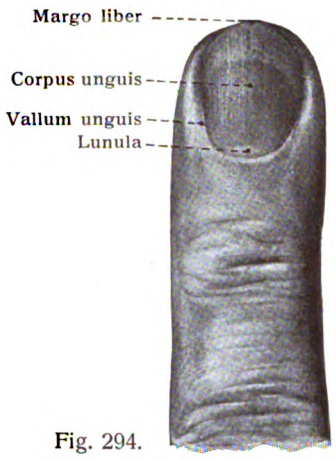


Fig. 294.

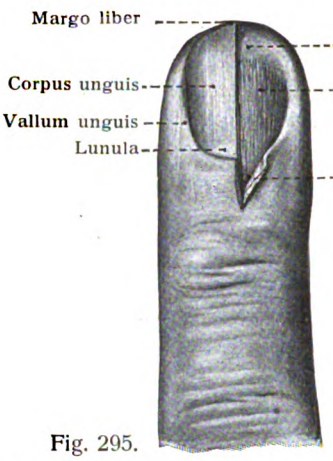


Fig. 295.

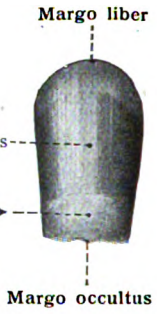


Fig. 296.

Fig. 294. Nagel (des Ringfingers) **in situ** ($^1/_1$).
Fig. 295. Nagel und Nagelbett (des Ringfingers) ($^1/_1$). Die Hälfte des Nagels ist entfernt.
Fig. 296. Nagel (des Ringfingers) **isoliert** ($^1/_1$).

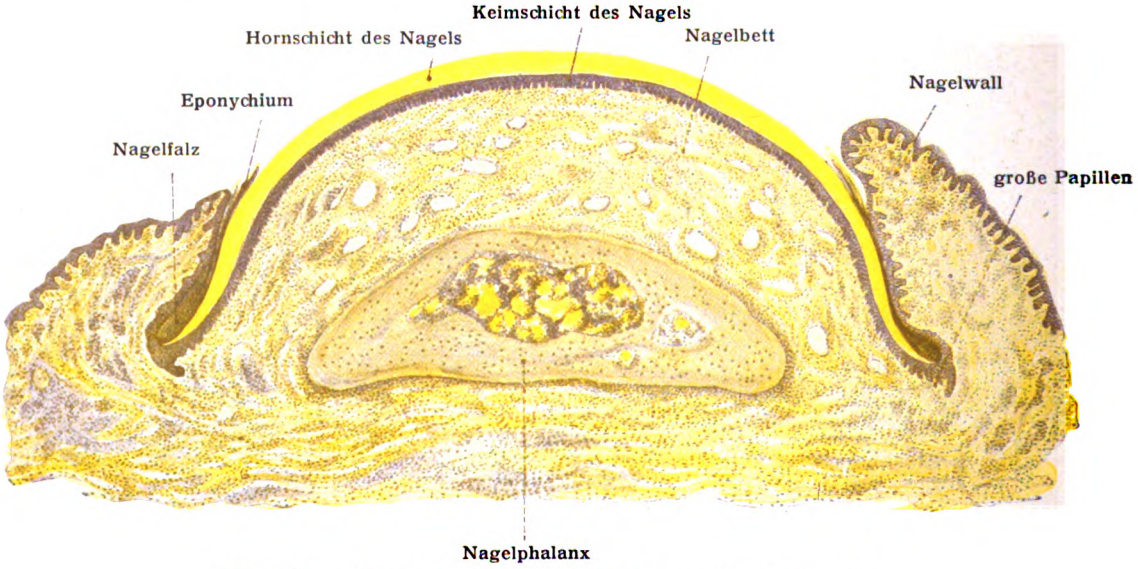


Fig. 297. Nagel vom Neugeborenen. Querschnitt.

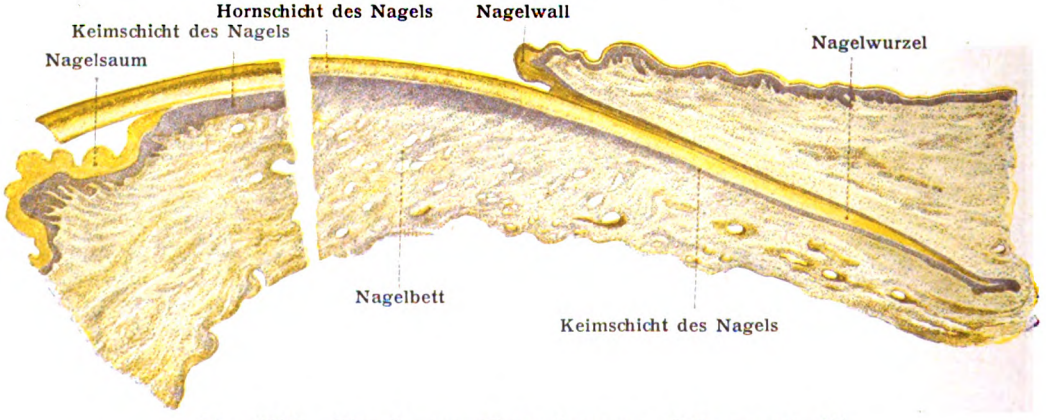


Fig. 298. Nagel vom Erwachsenen. Längsschnitt.
Der mittlere Teil des Nagels ist weggelassen, damit die Abbildung nicht zu groß wird.

Digitized by Google

Wurzel. In natürlicher Lage am Lebenden ist der Körper rötlich und durch einen schmalen hellen Streifen von der durchscheinenden Kuppe abgesetzt; die Lunula ist weißlich; letztere Unterschiede rühren besonders von der verschieden blutreichen Unterlage her.

Hat man den Nagel vom Nagelbette entfernt, so zeigt letzteres mehrere Abteilungen (Fig. 299). Am auffallendsten und ausgedehntesten ist die Zone der breiten Leisten, Cristae matricis unguis, dadurch gekennzeichnet, daß eine größere Anzahl von Längsleisten, welche durch Furchen voneinander getrennt sind, das ganze Gebiet zwischen der Lunula und dem Nagelsaum einnimmt; sie entspricht dem Nagelkörper. Am vorderen Rande dieser Zone folgt ein schmaler Streifen isolierter Papillen, dem Gebiet der vorderen Nagelfurche angehörig. Weiter vorn schließen sich die bogenförmigen, papillentragenden Leisten der Fingerbeere an. An die Zone der breiten Leisten grenzt hinten die bikonvexe Zone der schmalen Leisten, welche bereits dem Gebiet der Nagelwurzel entspricht. Weiter hinten folgen noch zwei schmale Streifen (Hebra), von welchen der eine papillentragende Leisten, der andere freie Papillen enthält. Im ganzen also sind fünf Zonen vorhanden. Die Papillenbildung hat hiermit jedoch noch nicht ihr Ende erreicht, sondern es schließen sich Papillen an, welche im hinteren Grunde des Nagelfalzes gelegen sind und sich nach vorn erstrecken; auch diese können auf Leisten sitzen. Die Unterfläche des Nagelwalles besitzt nur spärliche Papillen, zahlreiche und lange dagegen sein vorderer Rand; seine obere Fläche stimmt mit der Haut des Finger- und Zehenrückens überein. An der Unterfläche des Nagels prägen sich die Zonen des Nagelbettes in gegensätzlicher Weise aus. Fig. 299.

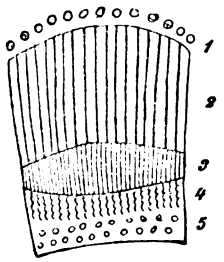


Fig. 299.

Oberfläche des Nagelbettes nach entferntem Nagel. (Schema.)
1 vordere Zone der Papillen; 2 Zone der groben Leisten; 3 Zone der feinen Leisten; 4 Zone der papillentragenden Leisten; 5 hintere Zone der freien Papillen; 3—5 Gebiet der Nagelwurzel; vorderer Teil von 3 das Gebiet der Lunula.

Straffe Retinacula heften das Nagelbett an das Periost des Knochens.

Feinerer Bau (Figg. 297, 298). Der Nagel besteht aus einer Keimschicht, Stratum germinativum unguis, und einer Hornschicht, Stratum corneum unguis. Erstere entspricht der Keimschicht der übrigen Epidermis, enthält eine basale Lage von Zylinderzellen, Stachelzellen, ein interepitheliales Labyrinth und ist beim Neger dunkel gefärbt. Die Hornschicht bildet die eigentliche Nagelsubstanz. An ihrer unteren Fläche ist die Hornschicht hinten ganz glatt; darauf folgen Hornleistchen, welche den Furchen des Nagelbettes entsprechen. Oft läßt auch die Außenfläche des Nagels deutliche Längsstreifung und Andeutung von Riffen erkennen. Die Hornplatte ist blätterig gebaut, und zwar decken sich die tieferen Schichten dachziegelförmig.

Die einzelnen Blätter bestehen aus platten, vieleckigen, verhornten Zellen, Hornschüppchen, welche noch deutliche Kernreste, Stacheln und Spuren eines interepithelialen Labyrinthes erkennen lassen. In den Lücken desselben kann sich stellenweise äußere Luft ansammeln; sie bedingen eine Form des Aëro-Epithels (s. S. 83). Solche Stellen des Nagels sehen weiß aus und stellen eine Art partiellen Ergrauens des Nagels dar.

Der Nagel zeigt am Lebenden ein beständiges Wachstum und erreicht, wenn

Digitized by Google

er geschützt wird, sehr bedeutende Längen (bis 5 cm). Über die Dicke der Nägel, ihr tägliches Wachstum nach der Länge, dem Gewicht, den Jahreszeiten, der Körperseite usw. siehe H. Vierordt, Anatomische Tabellen, 1893.

Die Gefäße des Nagelbettes sind im Wurzelteil spärlicher, im Körperteil zahlreich. Die aus der Tiefe gegen das Nagelbett aufsteigenden Arterien verlaufen an der Basis der Leisten vorwiegend longitudinal und senden den Blättern und Papillen Ästchen zu.

Im Nagelbett sind auch Lymphgefäße nachgewiesen (Teichmann).

Nerven sind im subkutanen Gewebe des Nagelbettes als kleine Stämmchen vorhanden. Die sorgfältige Untersuchung von Vitali (Internat. Monatschr. Anat. u. Phys., 23. Bd., 1906) hat freie Nervenendigungen in Form von Knäueln, Schleifen und Schlingen markloser Fasern und Nervenendkörperchen, nämlich Meißnersche,

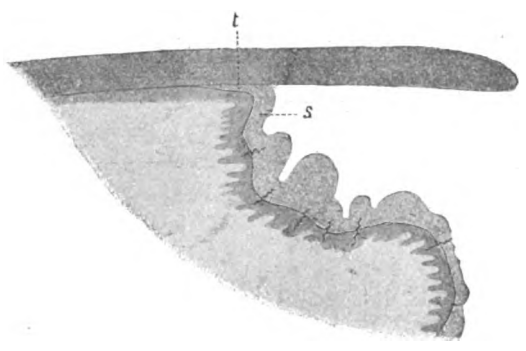


Fig. 300.

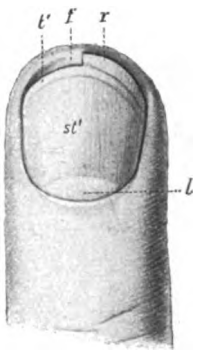


Fig. 301.

Fig. 300. **Längsschnitt des distalen Endes der Krallenplatte und der nächstliegenden Teile von einem Menschenfinger.** (Nach Boas.)

Die kleinen geschlängelten Linien deuten Schweißdrüsengänge an. Die Hornlage des Zehenballens und Krallenwalles ist anders abgetönt als die Kralle mit ihren drei Teilen. *s* Nagelsaum; *t* Terminallage.

Fig. 301. **Distales Ende des Fingers eines lebenden Menschen.** (Nach Boas.)

Der freie Randteil *(r)* der Krallenplatte ist an der linken Hälfte dicht abgeschnitten, so daß die überdeckte Fläche *f* freiliegt; *t'* ist derjenige Teil der Krallenplatte, unter welcher die Terminallage liegt; eine feine helle Linie trennt am Lebenden diesen Teil von der übrigen Krallenplatte ab; *l* Lunula, d. h. derjenige Teil der Krallenplatte, unter welchem die basale Matrix liegt; *st'* der größere Teil der Krallenplatte, welcher der Keimschicht aufliegt.

Vater-Pacinische, Golgi-Mazzonische und Ruffinische Körperchen nachgewiesen. Wahrscheinlich sind auch interepitheliale Nervenendigungen vorhanden, wie es vom Stratum germinativum bekannt ist.

Entwicklungsgeschichtliches und vergleichend Anatomisches.

Die erste Anlage der Nägel zeigt sich bei menschlichen Feten in der 9.—10. Woche als eine terminale Bildung in Form einer Einsenkung, Nagelgrund (R. Zander). Soweit der Nagelgrund dorsal gelegen ist, gestaltet er sich zum Nagelbett um: das volare Stück dagegen liefert nur eine dickere Epidermisschicht, keine Nagelsubstanz; es wird zu dem Nagelsaum (Sohlenhorn) (Boas, Gegenbaur).

Bei dem Menschen ist dieser Nagelsaum sehr klein; größer schon bei den Affen. Bei den Krallen tragenden Säugetieren ist der Nagelsaum zwischen den Seitenrändern der stark quergekrümmten Nagelplatte, welche den dorsalen Teil der Kralle bildet, enthalten. Am mächtigsten erscheint der Nagelsaum oder ventrale Teil des Nagels bei den Huftieren, wo er das Sohlenhorn darstellt. Mit der stärkeren Ausbildung des terminalen Tastapparates erfährt das Sohlenhorn eine zunehmende Verminderung, weicht gegen die Dorsalfläche zurück und ist schließlich zu einem unscheinbaren Saume geworden, wie ihn der menschliche Nagel mit seinem Nagelsaum zeigt. Figg. 300, 301.

Digitized by Google

Bei der ersten Bildung der Nagelsubstanz tritt ein deutliches Stratum granulosum zutage (Brooke, Zander). Doch liegt diese dünne erste Nagelplatte keineswegs an der dorsalen freien Fläche, sondern sie ist dorsal vollständig gedeckt von einem dünnen, epidermalen Stratum, welches Eponychium genannt wird. Da unterhalb der Nagelplatte ebenfalls ein ihr nicht angehöriges epidermales Stratum vorhanden ist, so liegt in diesem das Hyponychium vor; folglich erscheint die Nagelplatte zwischen zwei epidermalen Blättern, die zusammen das Perionychium bilden; die Erzeugung des „Nagels" findet demgemäß interepidermal statt (v. Kölliker).

Ist am lebenden Gliede der Nagel entfernt worden, so bildet sich ein neuer. Die Regeneration des Nagels geht jedoch nicht vom Stratum germinativum des ganzen Nagelbettes aus, sondern ausschließlich vom Stratum germinativum der Nagelwurzel und des hinteren Grundes des Nagelfalzes.

Zu diesen Erfahrungen über das Wesen des Nagels sind in neuerer Zeit einige wichtige Erweiterungen hinzugetreten.

Die Kralle kann nach J. E. V. Boas als eine endständige Kegelschuppe aufgefaßt werden. Bei den am ganzen Körper mit Schuppen ausgestatteten Tieren ist auch eine die Zehenspitze umscheidende Schuppe vorhanden gewesen, welche ihrer ausgesetzten Lage gemäß eine größere Härte usw. als die übrigen erwarb. Eine Eigentümlichkeit zeichnet diese Krallen aus: der Kegel ist auf der einen Seite abgeplattet und die Hornmasse hier von etwas lockerer Be-

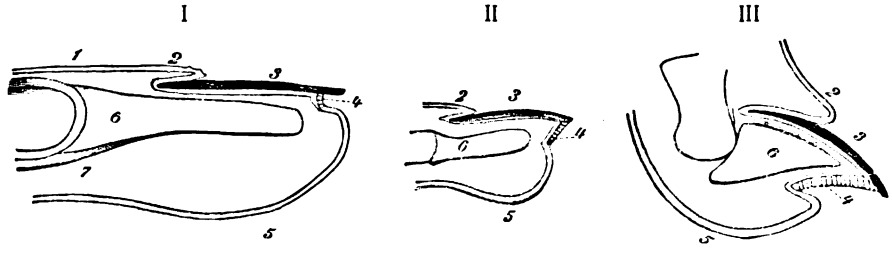


Fig. 302.

Verschiedene Ausbildungsstufen des Nagelsaumes (Sohlenhornes) an Medianschnitten der Endphalangen.
(Boas, Morpholog. Jahrbuch, 9. Bd., 1884.)

I Mensch. II Cercopithecus. III Canis.

1 Epidermis des Fingerrückens; 2 Nagelwall; 3 Nagel; 4 Sohlenhorn; 5 volare Epidermis des terminalen Tastballens; 6 Endphalanx; 7 volare Sehneninsertion.

schaffenheit. Die abgeplattete Seite ist die untere der Zehe, und die ganze Kralle ist gewöhnlich derartig der Länge nach gebogen, daß diese Seite konkav ist. Hierdurch zerfällt die Kralle in zwei Teile, die Krallenplatte (oben und seitlich) und die Krallensohle (unten). Die Krallen der Schildkröten, Krokodile und Vögel bestehen aus ineinandergesteckten Horntüten, von welchen neue immerfort an der gesamten Oberfläche der unterliegenden Keimschicht gebildet werden. Die Kralle stellt eine an der Basis schräg abgeschnittene Tüte dar, und zwar ist die Krallenplatte länger als die Krallensohle und erstreckt sich weiter proximal als diese. Die dünne Basis ist von einer Ringfalte der angrenzenden Haut bedeckt und geschützt. Diese Ringfalte, der Krallenwall, besteht wie die Kralle selbst aus einem dorsalen und einem ventralen Teil.

Die Kralle der Säugetiere bietet wichtige Unterschiede dar. Obenan steht der, daß bei den Säugetieren ein großer Abschnitt der der Krallenplatte unterliegenden Keimschicht steril ist, und zwar der große distale Teil, mit Ausnahme des terminalen Endes. An letzterer Stelle findet wieder Hornbildung statt. So ist also eine basale und eine terminale Nagelmatrix zu unterscheiden. Das von letzterer gelieferte Erzeugnis ist auch beim Menschen vorhanden (als sogenannte Terminallage, Boas). Die Krallensohle wird, im Gegensatze zur Krallenplatte, im ganzen Bereich der zugehörigen Keimschicht geliefert.

Statt mit Boas in der Hornschuppe eine hypothetische Urform der Amniotenkralle zu erblicken, findet E. Göppert den Urzustand der Kralle noch jetzt erhalten bei einzelnen Urodelen als einfachen, kappenartigen Hornüberzug spitzer Finger- und Zehenenden, erzeugt durch besondere Inanspruchnahme. Morphol. Jahrbuch, 25. Bd., 1896.

Digitized by Google

b) Die Haare, Pili. Figg. 303—320.

Haare sind fadenförmige, fast über den ganzen Körper verbreitete Hautgebilde, welche Schutz- und Schmuckorgane darstellen, aber durch ihre Verbindung mit dem Nervensystem auch dem Sinnesapparat angehören. Sie wurzeln in besonderen Einstülpungen der Haut, den Haarbälgen, sind mit glatten Muskeln und fetterzeugenden Drüsen ausgestattet und werden von Gefäßen ernährt.

Nur an wenigen Stellen der Körperoberfläche fehlen Haare, nämlich an dem Handteller und an der Fußsohle, an dem Rücken der Endphalangen von Fingern und Zehen, am roten Lippenrande, an der Glans penis et clitoridis, an der Innenfläche des Praeputium.

An den mit Haaren besetzten Stellen sind drei Hauptabteilungen von Haaren zu unterscheiden:

1. Wollhaare,
2. Kurz- oder Borstenhaare und
3. Langhaare.

Die Grenzen der Länge erstrecken sich von 0,5 mm bis 1,5 m, die Grenzen der Dicke von 0,007 bis 0,17 mm; der Haarbalg der längeren Haare ist 2,7 bis 3,8 mm lang.

Zu den Langhaaren gehören die Kopfhaare, Capilli; Barthaare, Barba; die Haare der Achselhöhle, Hirci; die Haare der Geschlechtsteile, Schamhaare, Pubes; die Haare der Brust.

Borstenhaare (von 0,5—1,3 cm Länge) sind die Haare der Augenbrauen, Supercilia; der Augenlidränder, Wimpern, Cilia; des Naseneinganges, Vibrissae; des äußeren Gehörganges, Tragi.

Wollhaare, Lanugo, sind feine Härchen bis 14 mm Länge, welche im Gesicht, am Rumpf und an den Gliedern, an den Labia minora und an der Caruncula lacrimalis vorkommen.

Die Haare stehen entweder einzeln oder in Gruppen von zwei bis fünf beisammen, vor allem die Kopfhaare.

Die behaarte Kopfhaut enthält durchschnittlich 80000 Haare, der übrige Körper gegen 20000 Lang- und Borstenhaare.

Das gesamte Kopfhaar der Frauen wiegt gegen 300 g. Man rechnet für dasselbe 140000 blonde Haare, 109000 braune, 102000 schwarze und 88000 rote Haare; die blonden Haare sind die dünneren.

Auf 1 qcm Fläche kommen (nach Krause): am Scheitel 171, am Hinterhaupt 132, am Vorderhaupt 123, am Kinn 23, am Schamberge 20; Wollhaare auf der Volarfläche des Vorderarmes gegen 50.

Auf gleicher Fläche zählt man 86 schwarze, 95 braune, 107 blonde Kopfhaare (Withof).

Haare sind schlechte Wärmeleiter, stark hygroskopisch, biegsam, elastisch und fest. Ein Langhaar kann ein Gewicht von etwa 60 g tragen, läßt sich um $^1/_3$ der Länge ausdehnen und hinterläßt bei 20 Proz. Ausdehnung einen elastischen Rückstand (bleibende Verlängerung) von 6 Proz.

Teile des Haares und Bau desselben.

An jedem Haare unterscheidet man das eigentliche Haar, Pilus, und den Haarbalg, Folliculus pili. An dem ersteren nennt man den freien Teil Schaft, Scapus pili, den im Balge eingeschlossenen Teil Wurzel, Radix pili. Letztere endet mit einer weicheren, den Schaft $1^1/_2$ bis 3 mal an Dicke übertreffenden Anschwellung, der Haarzwiebel, Bulbus pili, welche hohl ist und einen bindegewebigen Fortsatz des Balges aufnimmt, die Haarpapille, Papilla pili. Der Haarschaft endet am freien Ende zugespitzt, Apex pili. Figg. 303, 304.

Digitized by Google

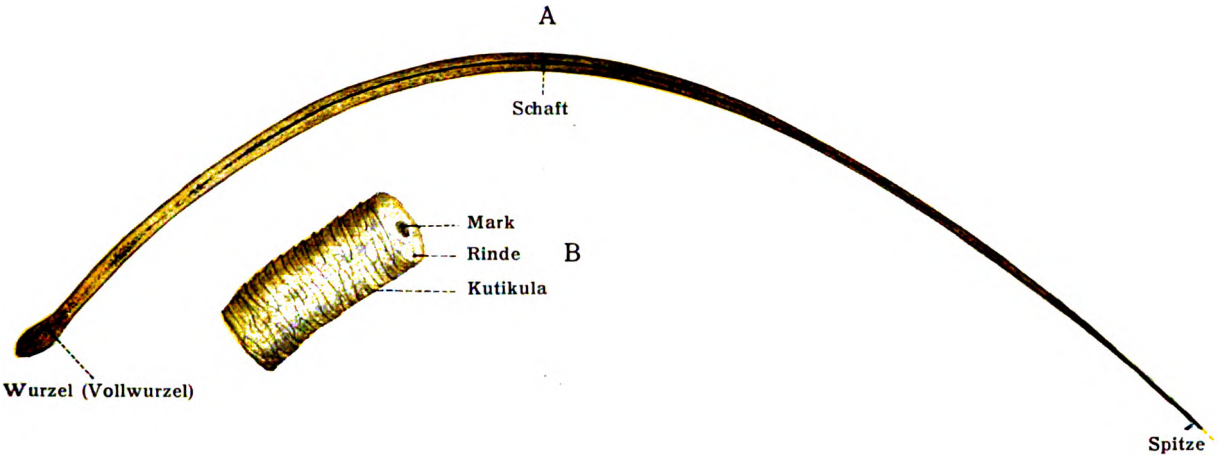


Fig. 303. Teile des Haares.

Im Ausfallen befindliches (mit Vollwurzel versehenes) Augenbrauenhaar des Menschen.
A Das ganze Haar. B Ein Stück des Schaftes.

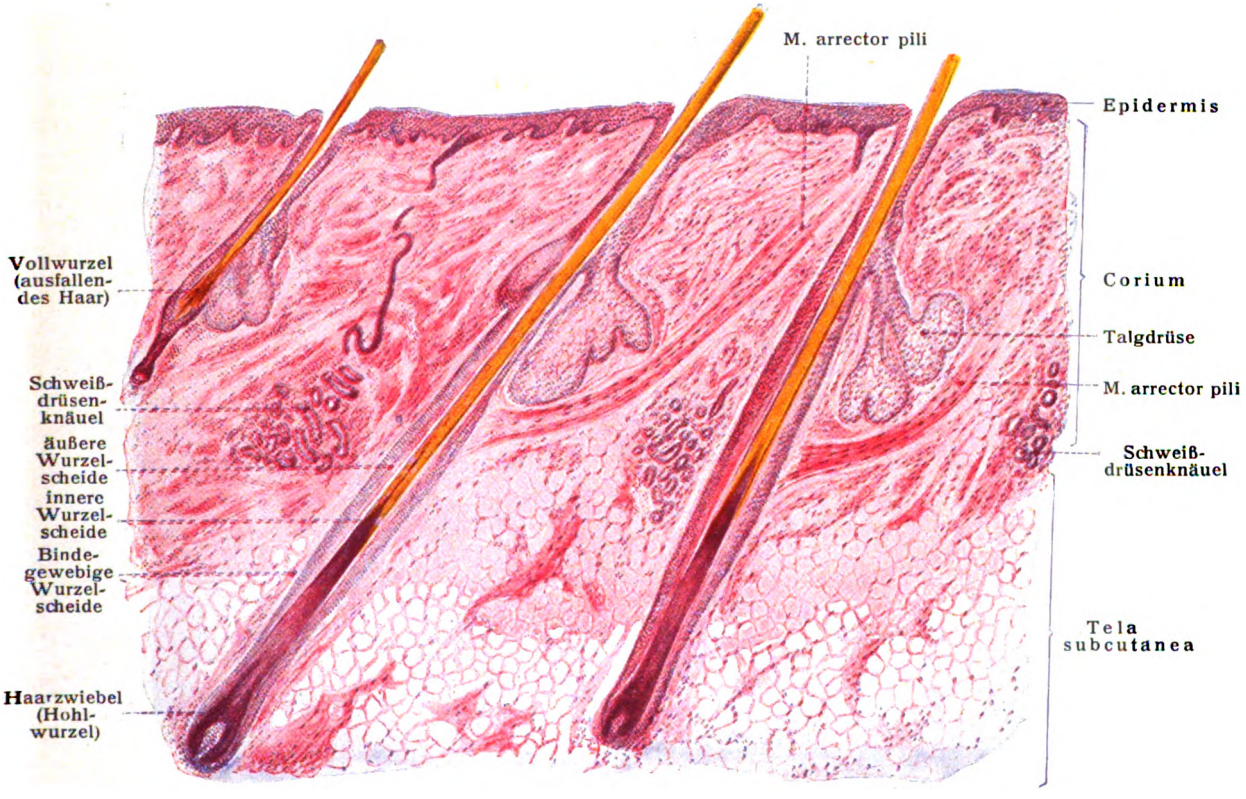


Fig. 304. Haarlängsschnitte. Kopfhaut des Menschen.

Digitized by Google

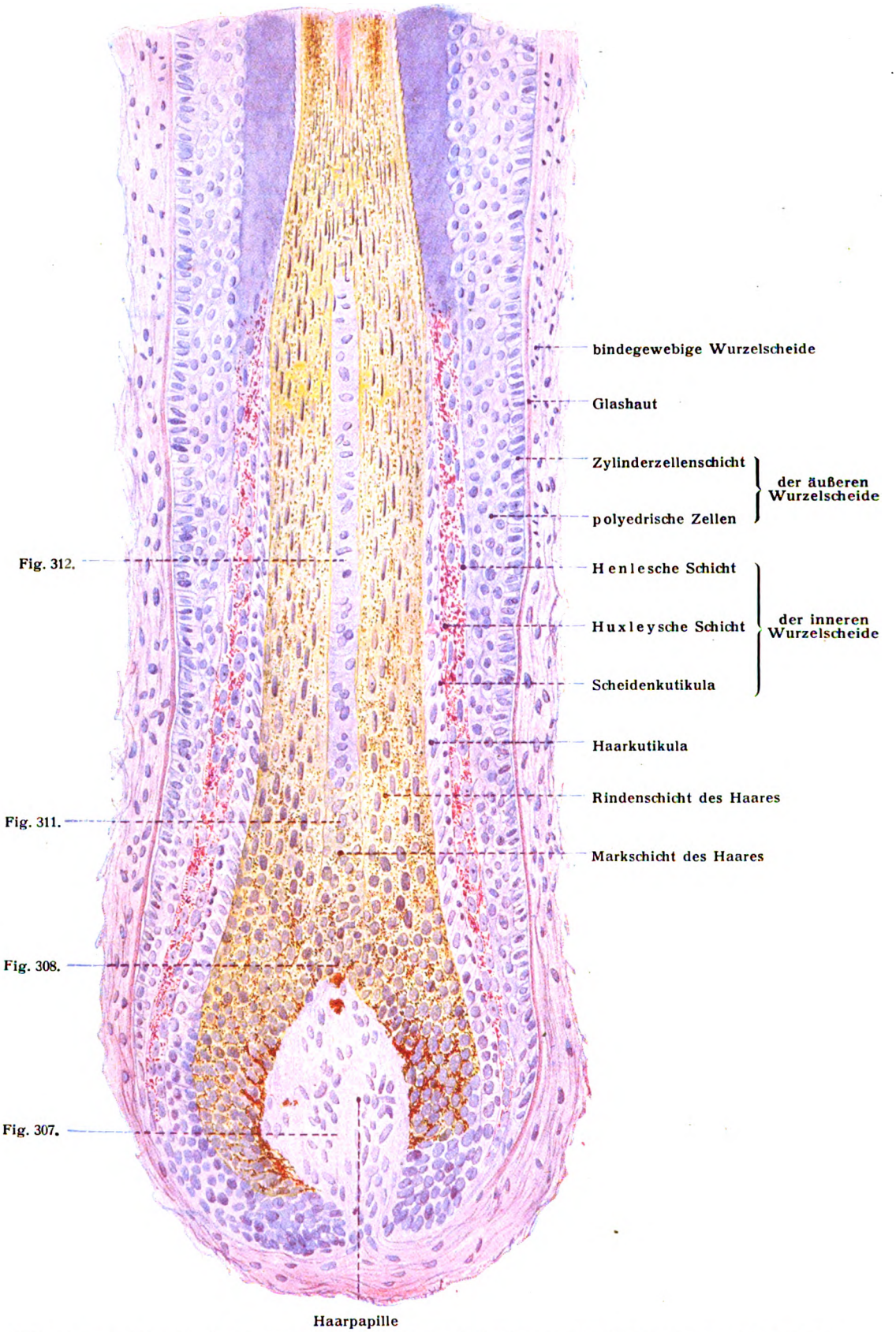


Fig. 305. Längsschnitt durch Wurzel und Wurzelscheiden eines Haares vom Menschen.
(Nach einem Präparat von M. Günther.)
Die roten Schollen in den Zellen der inneren Wurzelscheide sind **Keratohyalin.**

Digitized by Google

Dem feineren Bau nach (Fig. 303 *B*) unterscheidet man:

a) Das Markgewebe, Substantia medullaris,

b) das Rindengewebe, Substantia corticalis, und

c) das Haaroberhäutchen, Cuticula pili.

Die Marksubstanz ist ein in der Achse des Haares von der Zwiebel bis in die Gegend der Spitze verlaufender Strang, der aus rundlichen, meist in doppelter Reihe nebeneinander gelegenen Epithelzellen, Markzellen, besteht (Figg. 303, 305). Der Zellinhalt ist feinkörnig, kann auch Luftbläschen einschließen, wodurch alsdann eine Form des Aëro-Epithels zustande gebracht wird. Der Kern ist hierbei vertrocknet. Im auffallenden Lichte erscheint das lufthaltige Mark silberweiß, bei durchfallendem Licht schwarz. In der Gegend der Zwiebel enthalten die Markzellen keine Luft, sondern Keratohyalinkörnchen. In Wollhaaren fehlt gewöhnlich das Mark. In kurzen dicken Haaren ist die Marksubstanz dicker als in den langen. Den mächtigsten Teil des Haares bildet das Mark bei manchen Tieren, z. B. den Hirschen, wodurch das Haar brüchig gemacht wird.

Die Rindensubstanz ist längsstreifig und besteht am Haarschaft aus langen, spindelförmigen, verhornten Epithelzellen, welche einen langgestreckten Kern, Pigmentkörnchen in verschiedener Häufigkeit (Fig. 305), aber auch Luftbläschen enthalten, die in weißen Haaren sehr zahlreich vorkommen. Das körnige Pigment zeigt allen Wechsel von hellem Gelb durch Rot und Braun bis Schwarz; auch gelöstes Pigment von verschiedener Farbe kann reichlich vorhanden sein. Die Spindelzellen sind fest miteinander verbunden, lassen aber kleine Stacheln und interzellulare Räume deutlich wahrnehmen, die lufthaltig sein können. An der Haarzwiebel werden die Rindenzellen kürzer und rundlich, enthalten hier auch niemals Luft. Dagegen sind an dieser Stelle zwischen ihnen pigmentierte sternförmige Gebilde sichtbar, welche anscheinend pigmentierte, den Import von Pigment ins Haar übernehmende Bindegewebszellen darstellen.

Das Oberhäutchen des Haares besteht aus einer einzigen Lage durchsichtiger, dachziegelförmig übereinander liegender Schuppen, d. i. verhornter kernloser Epithelzellen. Fig. 303 *B*.

Der Haarbalg, Folliculus pili, ist aus einem bindegewebigen und einem epithelialen Teil zusammengesetzt (Figg. 304, 305). Jener, der Haarbalg im engeren Sinne, besteht aus zwei sich deckenden bindegewebigen Faserhäuten und entwickelt von seinem Grunde aus den einzigen bindegewebigen Teil des Haarstammes (Schaft und Wurzel), die Haarpapille. An die innere Faserhaut schließt sich noch eine feste, glasartig helle Begrenzungsschicht, die Glashaut. Fig. 305.

Die äußere Faserhaut (Längsfaserhaut) ist ein Abkömmling der Lederhaut und besteht aus längsverlaufenden Bindegewebsbündeln mit vielen oberflächlichen elastischen Fasern, vielen spindelförmigen Bindegewebszellen, spärlichen Fettzellen, einem reichen Netz von Kapillaren. Auch werden an ihr markhaltige, Teilungen darbietende Nervenfasern gefunden.

Die innere Faserhaut des Haarbalges erstreckt sich von dessen Grunde nur bis zur Mündungsstelle der Talgdrüsen, besteht aus ringförmig geordneten Bindegewebsbündeln, heißt daher auch Ringfaserhaut und besitzt ebenfalls ein reiches Kapillarnetz. Figg. 307, 308, 311—314.

Die Glashaut, von Kölliker zuerst beschrieben, bleibt beim Ausreißen des Haares immer im Haarbalge zurück, zeigt Andeutungen von Schichtung und

Digitized by Google

erstreckt sich vom Papillenstiel bis zur Talgdrüsenmündung. Ihre Außenfläche ist glatt, die Innenfläche dagegen durch dichtstehende scharfe Leistchen ausgezeichnet, welche in das Epithel des Haarbalges eingreifen. Fig. 312.

Die Haarpapille entspricht einer Cutispapille, ist groß, einfach, ei-, kegel- oder pilzförmig, hängt durch einen kurzen Stiel mit dem Grunde des Haarbalges zusammen und besteht aus Bindegewebe mit Gefäßen und spärlichen Nerven. Figg. 304, 305, 307.

Auf die Glashaut folgen die epithelialen Bestandteile des Haarbalges und bilden zusammen zwei sehr ungleiche Schichten. Figg. 304—308, 311—314.

Die der Glashaut anhaftende äußere Wurzelscheide entspricht dem Stratum germinativum der Epidermis, teilt alle dessen Eigenschaften, besteht aus 5—12 Zellenlagen und zeigt in den tiefen Lagen beständig, besonders in der Gegend der Haarzwiebel, zerstreute Kernteilungen.

Einwärts folgt ihr die innere Wurzelscheide. Im oberen Teil des Haarbalges hat letztere den Bau des Stratum corneum; unterhalb der Talgdrüsenmündungen sondert sie sich in zwei scharf getrennte Schichten, eine äußere und eine innere. Die äußere, auch Henlesche Schicht genannt, besteht aus einer einfachen oder doppelten Lage niedriger Epithelzellen, während die innere Huxleysche Schicht, aus einer einfachen Lage kernhaltiger Zellen sich aufbaut. Den Abschluß der Wurzelscheiden bildet das Oberhäutchen derselben, Cuticula vaginae, welches der Cuticula pili gegenüberliegt und denselben Bau hat wie letztere.

In die Haarbalglichtung münden nahe der freien Oberfläche die Talg- oder Haarbalgdrüsen (Fig. 304). Die Haarbälge sind gewöhnlich dicht unter dem Ansatz der Talgdrüsen am schmalsten; dies ist das Collum folliculi pili, besonders wichtig als Nervenendstelle des Haares. Unterhalb des Collum verbreitern sich die Haarbälge wiederum, besonders an der Ansatzstelle der Mm. arrectores pilorum, d. i. der Haarbalgmuskeln. Es folgt dann nochmals eine Verschmälerung über der Haarzwiebel; letzterer entspricht die breiteste Stelle des Balges. Oberhalb der Talgdrüseninsertion erweitern sich die Bälge bis zur Mündung.

Der Querschnitt des Haares zeigt mancherlei regionale, individuelle und rassenhafte Verschiedenheiten. Er ist verschieden groß, rund oder oval, glatt oder gefurcht usw. Hiermit hängen auch die Krümmungsverhältnisse des Haares zusammen. Das Haar spielt in der Unterscheidung der Völker eine gewisse Rolle. So empfiehlt es sich auch in ethnologischer Hinsicht, mit E. Schmidt sechs Formtypen zu unterscheiden, nämlich straffes, schlichtes, welliges, lockiges, krauses und spiralig gerolltes.

Haarfarbe.

Über die Farbe des Haares gilt in genetischer Hinsicht das gleiche, was schon über die Farbe der Epidermis, S. 188, hervorgehoben wurde. Zwei Ansichten sind noch im Streite, ob die Epithelzellen der Haarzwiebel das Pigment bilden oder von außen aufnehmen; wenn letzteres, ob sie es unmittelbar aus dem Säftestrom aufnehmen oder ob Bindegewebspigmentzellen den Import in das Epithel übernehmen.

Wie bei der Haut, so kommt auch bei dem Haar abnormerweise gänzliche Pigmentlosigkeit vor, Albinismus.

Digitized by Google

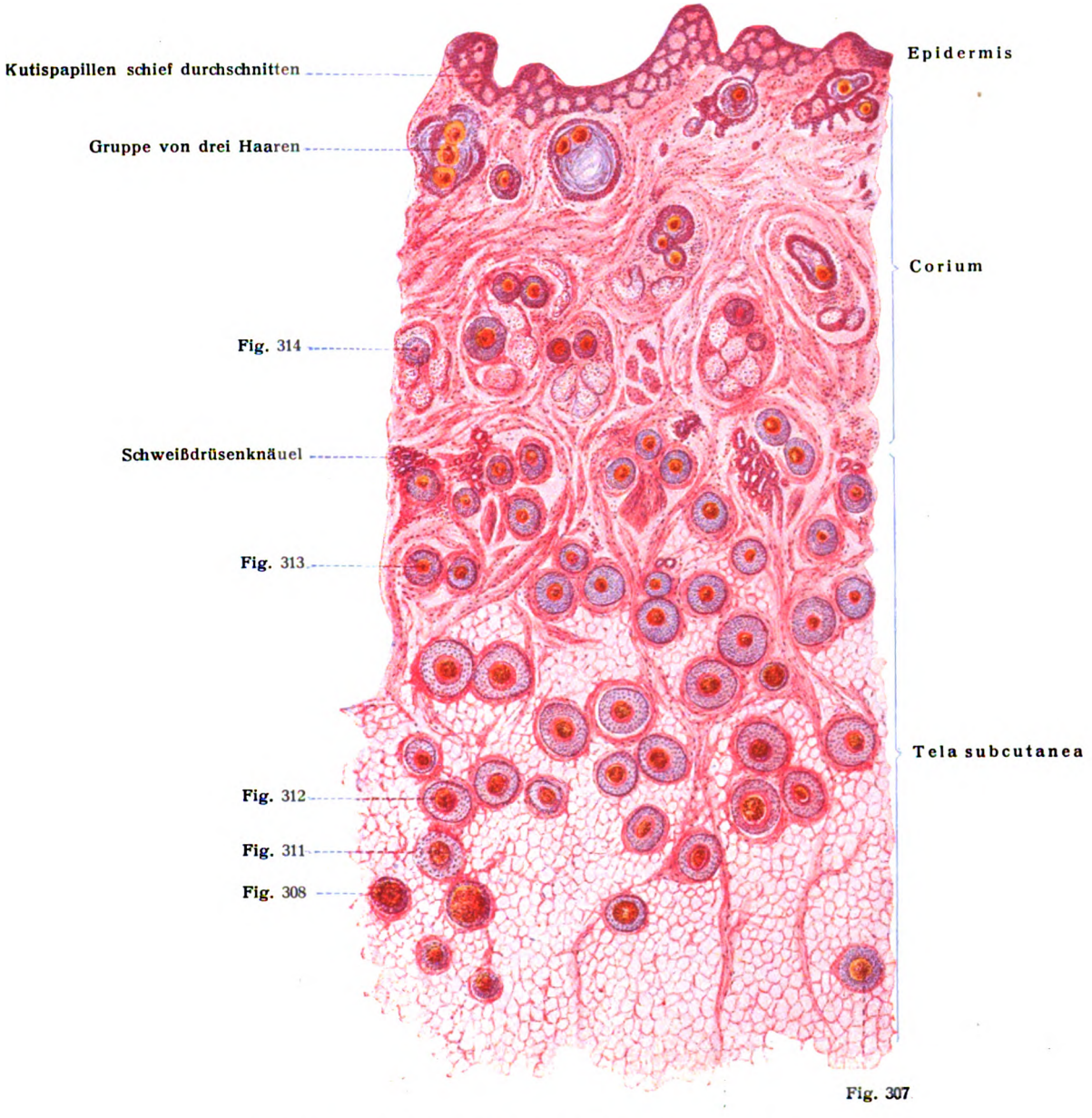


Fig. 306. Querschnitte durch Kopfhaare. Übersichtsbild.

Um **Quer**schnitte der **Haare** zu erhalten, muß die Haut schräg zur Oberfläche geschnitten werden, weil die Haare schräg in die Haut eingepflanzt sind (vergl. Fig. 304). Dadurch werden die einzelnen Haare innerhalb desselben Schnittes in verschiedenen Höhen getroffen. Man findet so in **einem** Schnitt eine große Zahl verschiedener Querschnittsbilder, an welchen die Umwandlungen des Haares und seiner Scheiden von der Wurzel bis zum Austritt aus der Haut leicht verfolgt werden können.

Digitized by Google

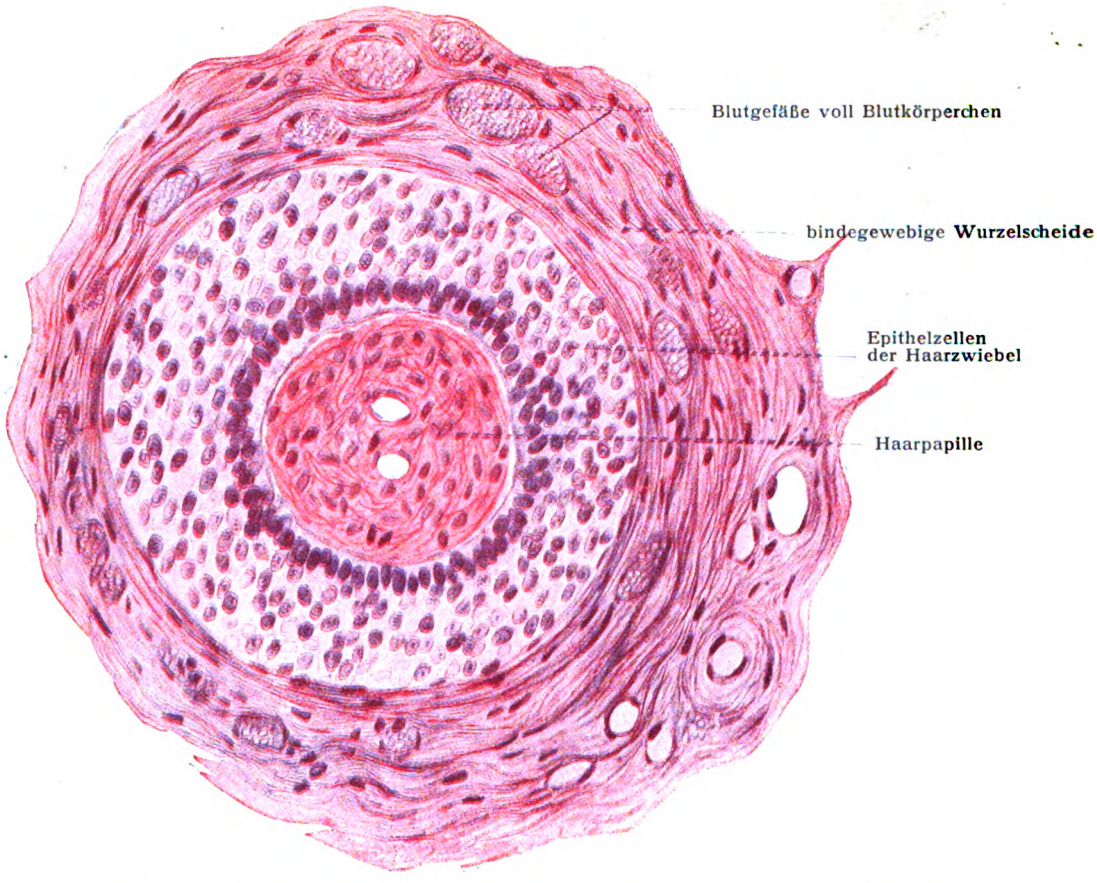


Fig. 307. Querschnitt durch die Haarzwiebel (vergl. Fig. 305 und Fig. 306).

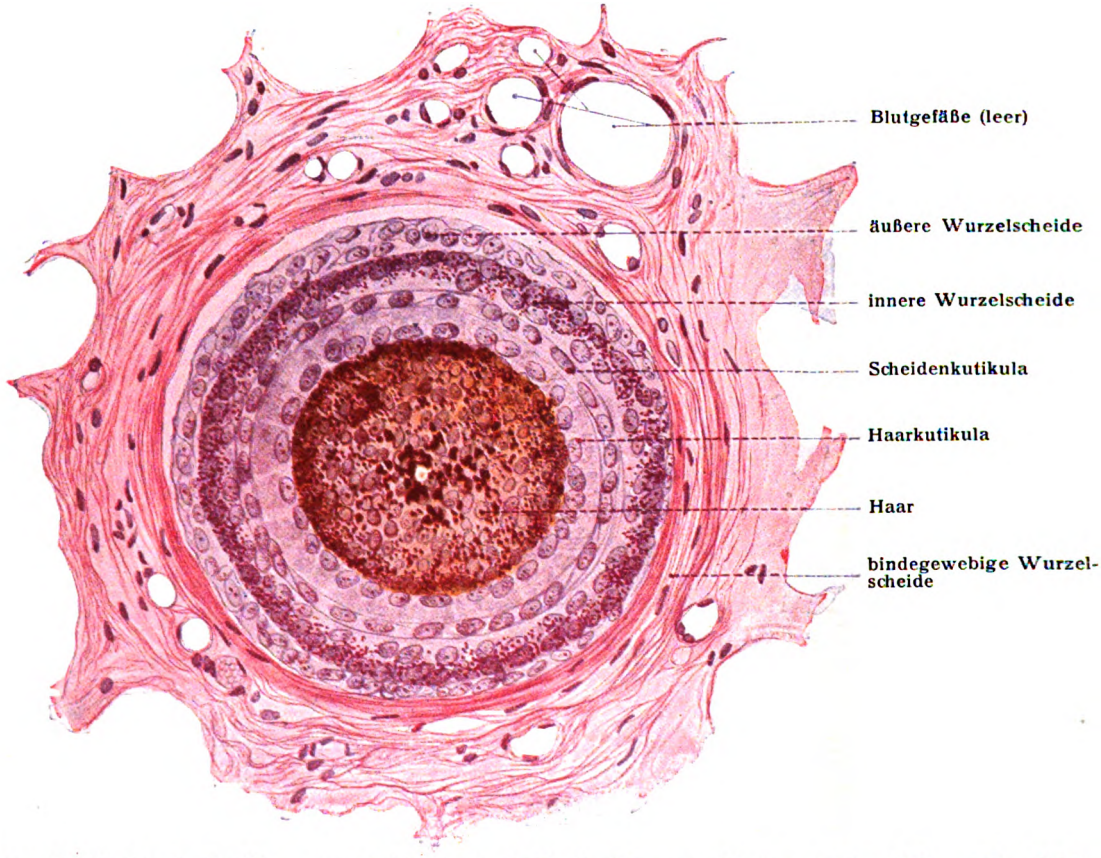


Fig. 308. Querschnitt durch die Haarwurzel dicht oberhalb der Haarpapille (vergl. Fig. 305 und Fig. 306).
Die roten Schollen in den Zellen der inneren Wurzelscheide sind **Keratohyalin.**

Digitized by Google

Über die beste Einteilung der Farbenverschiedenheiten des Haares gehen die Meinungen noch etwas mehr auseinander, als bei der Haut und der Iris. Das Virchowsche Schema schlägt eine Reihe von fünf Farben vor: blond, hellbraun, dunkelbraun, schwarz und rot.

P. Topinard übernimmt dieses Schema, teilt aber das Blond in vier Gruppen. So gestaltet sich sein Schema folgendermaßen:

1. Absolutes Schwarz,
2. Dunkelbraun,
3. Helibraun,
4. Blond { a) gelblichblond, b) rötlichblond, c) aschblond, d) sehr hellblond,
5. Rot.

Eine mehr als 10 Millionen Schulkinder umfassende, durch R. Virchow ins Leben gerufene Statistik ergibt von den reinen Typen des blonden und brünetten Typus in Mitteleuropa — die Mischtypen machen mehr als die Hälfte aus — folgende Verhältnisse:

	blond	brünett
Belgien	—	27,50 Proz.
Schweiz	11,10 Proz.	25,70 „
Österreich	19,79 „	23,17 „
Deutschland	31,80 „	14,05 „

In Norddeutschland macht der rein brünette Typus der Bevölkerung 12—7 Proz., in Mitteldeutschland 18—13 Proz., in Süddeutschland 25—19 Proz. der Bevölkerung aus.

Zur Haarfarbe gehört auch die Erscheinung des Ergrauens. Das Ergrauen spielt im Tier- und Pflanzenreiche eine große Rolle und ist hier nicht notwendig Alterserscheinung. Es beruht zunächst auf der Umbildung der Epithelzellen in Aëroepithel, d. h. auf Luftinvasion in das interepitheliale Labyrinth und in die betreffenden Epithelzellen selbst. Da diese Umwandlung nur an der Haarwurzel während der Bildung des Haares stattfinden kann, so ist ein plötzliches Ergrauen desjenigen Haarabschnittes, welcher sich außerhalb der Haut befindet, höchst unwahrscheinlich (Stieda, Deutsch. med. Wochenschrift, 1910). Nach Hoepke aber (Zeitsch. ges. Anat., 61. Bd., 1921) kann plötzliches Ergrauen nicht geleugnet werden.

Bei dem Ergrauen des Haares kann gleichzeitig Pigmentschwund vorhanden sein, sei es, daß die importierenden Bindegewebszellen den Dienst versagen oder die Epithelzellen die Pigmentbildung nicht mehr zu leisten vermögen.

Haarstrich.

Die Haare sind nur an wenigen Stellen senkrecht zur Oberfläche eingepflanzt, weitaus überwiegend ist die geneigte Einpflanzung (Fig. 304); schon in der ersten Anlage dringt der epidermale Fortsatz, der die Haaranlage bildet, schräg in die Tiefe, so daß man schon an der Richtung die Haaranlage zu erkennen vermag. Auch das fertige Haar hat also geneigte Richtung, kann aber durch die Wirkung des Arrector pili senkrecht gestellt, gesträubt werden. Die Haare sind in Reihen hinter und nebeneinander geordnet. Die Gesamtheit gleichgerichter und gleichlaufender Reihen bildet einen Haarstrom, Flumen pilorum. Der Name Haarstrich bezieht sich auf die Richtung der Haare im allgemeinen. Der Haarstrich ist auf beiden Körperhälften symmetrisch angeordnet. Am leichtesten wird die Untersuchung des Haarstriches an Feten des fünften oder sechsten Monats vorgenommen, deren äußere Haut mit kurzer, steifer und dichtstehender Lanugo bedeckt ist.

Bezüglich der Haarströme ist die etwas kleine Fig. 309 belehrend. Im einzelnen sei über diesen ausgedehnten und besonders in vergleichender Betrachtung interessanten Gegenstand das Folgende hervorgehoben.

Man unterscheidet an den Haarströmen Ausstrahlungspunkte, Anziehungspunkte, divergierende und konvergierende Ströme, Kreuze und Wirbel (einfache und Doppelwirbel). Fig. 310.

1. Ausstrahlungspunkte: Stellen, welchen die Haare ihre Wurzeln zukehren.
2. Anziehungspunkte: Stellen, welchen die Haare ihre Spitzen zukehren.
3. und 4. Ströme: a) divergierende, b) konvergierende.

Digitized by Google

5. Kreuze: viereckige Stellen, an welchen zwei divergierende Ströme aufeinander stoßen und verschwinden, während von den zwei anderen Ecken neue, aber konvergierende Ströme entspringen.

6. Wirbel, Vortices pilorum.

Ludwig (Zeitschr. ges. Anat., 62. Bd., 1921) stellt eine mechanische Theorie der Entstehung des Haarstriches auf. Die Richtung der Haare fällt mit der Richtung zusammen, in der die flächenhaften Elemente der Oberhaut mit größter Geschwindigkeit wachsen.

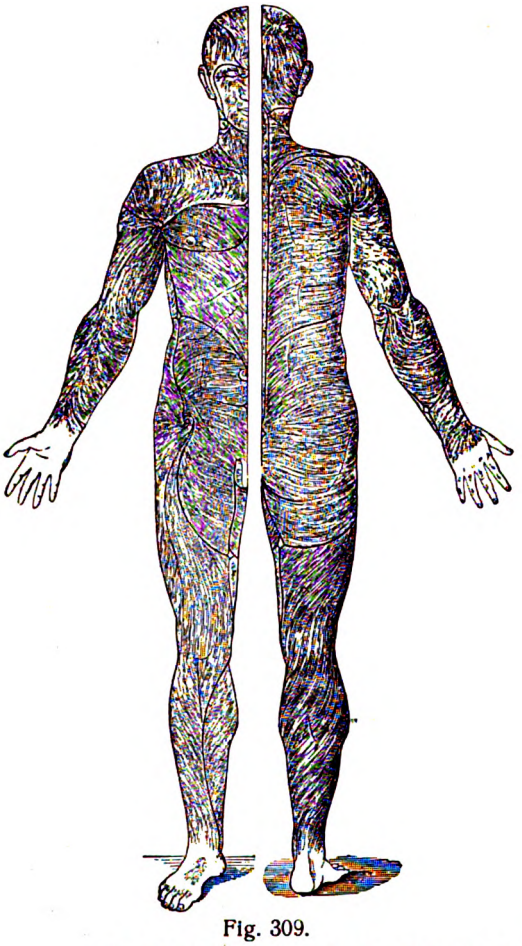


Fig. 309.

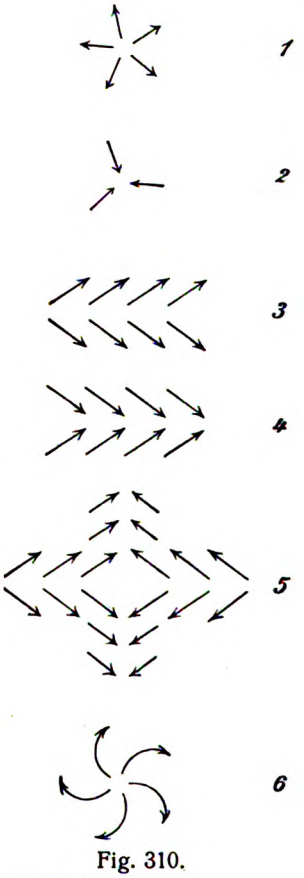


Fig. 310.

Fig. 309. **Richtung der Haare.** (Voigt.) Links vordere, rechts hintere Fläche des Körpers.

Fig. 310. **Besonderheiten der Haarströme.**
1 Ausstrahlungspunkt; 2 Anziehungspunkt; 3 divergierender Strom; 4 konvergierender Strom; 5 Kreuz; 6 Wirbel.

Die Haarbalg- oder Talgdrüsen; siehe oben S. 220.

Haarbalgmuskeln, Mm. arrectores pilorum. Fig. 304.

Diese von Kölliker entdeckten zierlichen glatten Muskeln sind rundliche oder platte Bündel von 45—200 μ Breite, welche meist einzeln, selten doppelt neben den Haarbälgen und Talgdrüsen liegen, einfach oder mehrwurzelig mit bindegewebig-elastischen Sehnen (siehe Abt. III, Fig. 7) von den obersten Lagen der Lederhaut entspringen. Sich verbreiternd, umfassen sie die Talgdrüsen und setzen sich in der Nähe der letzteren an den Haarbalg an. Sie nehmen in ihrer Lage den stumpfen Winkel ein, welchen der Haarbalg mit der äußeren Haut

Digitized by Google

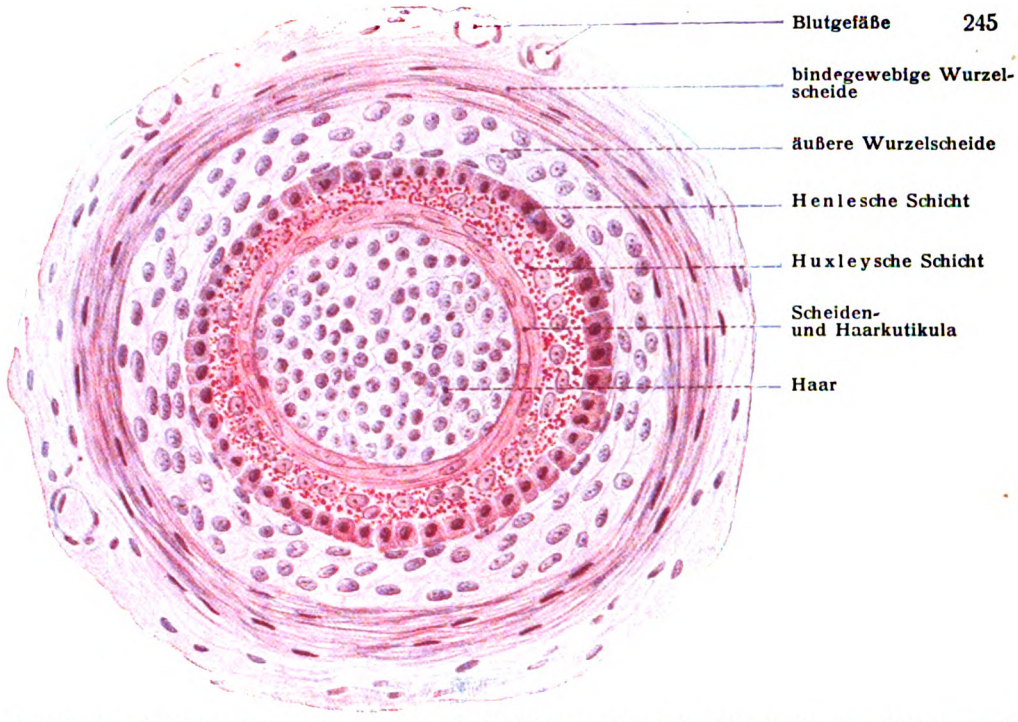


Fig. 311. Querschnitt durch Haarwurzel und Wurzelscheiden nur wenig oberhalb der Haarpapille (vergl Fig. 305 und Fig. 306).
Die roten Schollen in den Zellen der **Huxley**schen Schicht sind **Keratohyalin.**

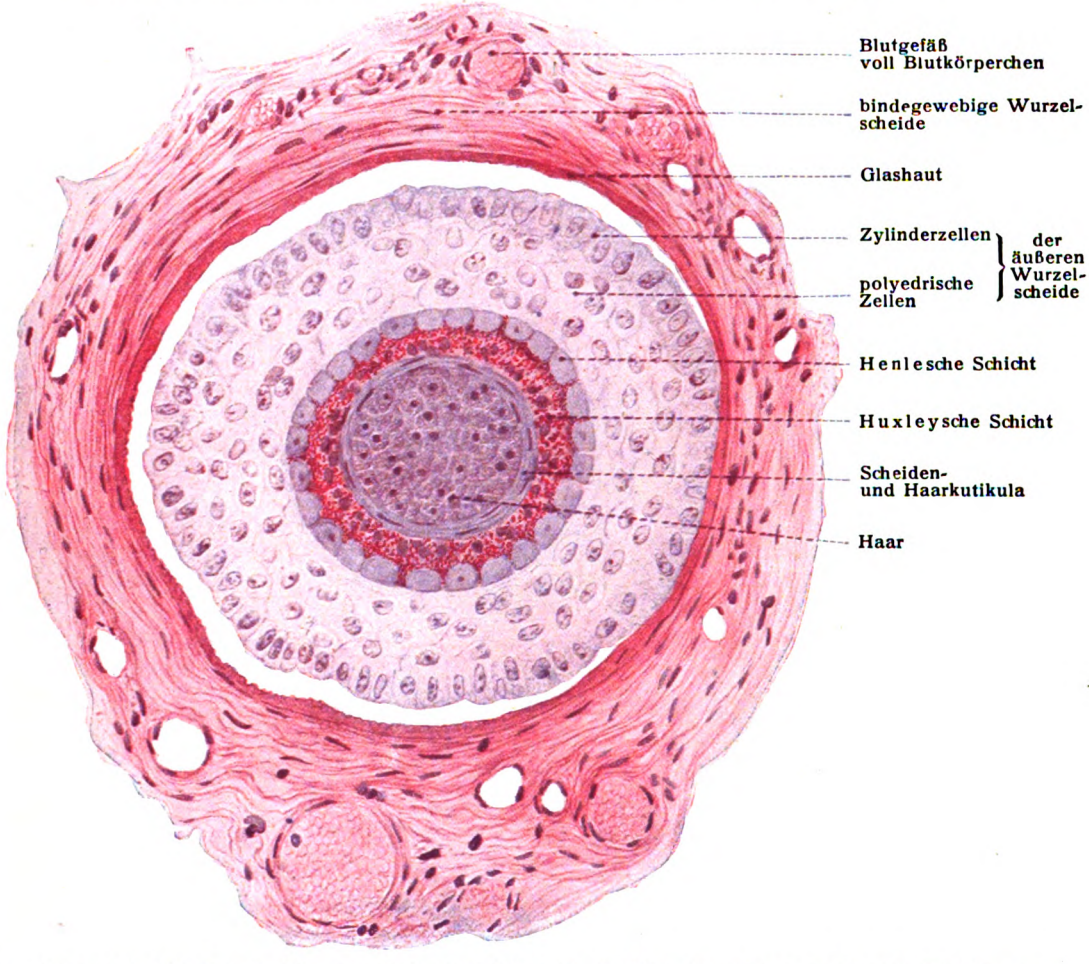


Fig. 312. Querschnitt durch Haarwurzel und Wurzelscheiden in etwas weiterer Entfernung von der Haarpapille (vergl. Fig. 305 und Fig. 306).
Die roten Schollen in den Zellen der **Huxley**schen Schicht sind **Keratohyalin.**
Der Spalt zwischen Glashaut und äußerer Wurzelscheide ist ein Kunstprodukt.

Digitized by Google

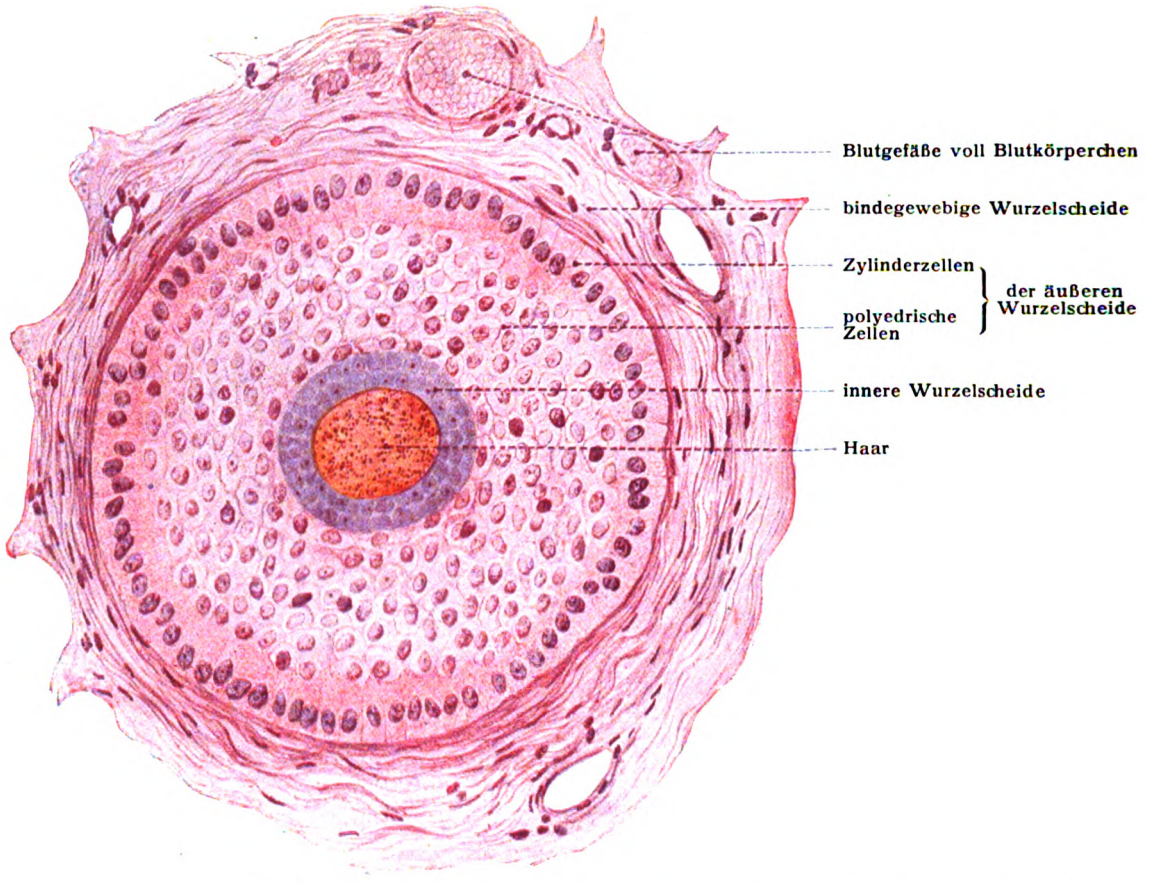


Fig. 313. Querschnitt durch Haarwurzel und Wurzelscheiden in der Gegend der Schweißdrüsen (vergl. Fig. 306).

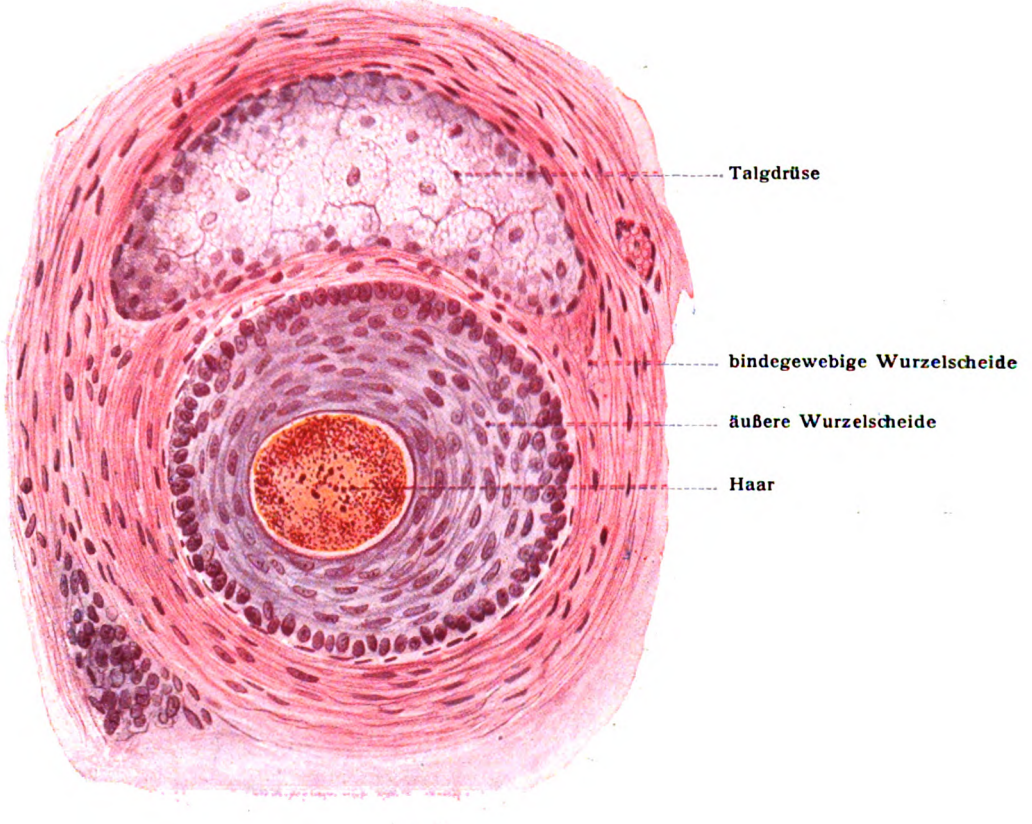


Fig. 314. Querschnitt durch Haarwurzel und Wurzelscheiden in der Gegend der Talgdrüsen (vergl. Fig. 306).

Digitized by Google

bildet, vermögen also das Haar aufzurichten. Wenn man bedenkt, daß Haare fast über die ganze Körperoberfläche verbreitet sind, so ist das gesamte Muskellager der Arrectores ein sehr ansehnliches. Doch fehlen manchen Haargebieten die Muskeln, so den Cilien, Supercilien, den Härchen der Augenlider und der Nase, den Lippen- und Achselhöhlenhaaren.

Glatte Muskeln der Haut, die nicht an Haarbälge oder Drüsen gebunden sind, wurden früher bestritten; sie sind aber nach Unna reichlich in der Haut des Gesichtes und des Rückens, spärlicher in der Haut anderer Körperteile (Häggquist). Sie liegen im Corium oder in der Tela subcutanea und verlaufen im allgemeinen parallel der Oberfläche. Besonders stark ist eine solche Muskelschicht zuweilen in der Achselhöhle, an deren Haaren meist die Haarbalgmuskeln fehlen. Besonders dicht und stark ist die glatte Muskelschicht in der Haut der äußeren Geschlechtsorgane, ferner findet sie sich in der Brustwarze und im Warzenhofe bei beiden Geschlechtern (Schiefferdecker). Unna, P. G., in Handbuch der Hautkrankheiten von Ziemssen. — Häggquist, G., Kunigl. svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, 53. Bd., 1915. — Schiefferdecker, P., Biolog. Centralblatt, 37. Bd., 1917.

Blutgefäße der Haare.

Die Blutgefäße der Haare sind solche des Haarbalges und solche der Papille. Diejenigen des Haarbalges verlaufen in dessen Längfaserschicht besonders der Länge nach, bilden jedoch auch Kapillarnetze; die feinsten Kapillarnetze, welche den ganzen Haarbalg mit einem dichten Netz von vorwiegend querem Verlauf umstricken, finden sich in der Querfaserschicht. Die ersteren Gefäße stehen an der Mündung der Haarbalges mit denjenigen der Lederhaut in Zusammenhang. Gegenüber der reichen Versorgung des Haarbalges ist der Gefäßgehalt der Haarpapille nur ein schwacher zu nennen. Figg. 307—312.

Hier ist der Platz, des besonderen Baues der Spür- oder Sinushaare der Tiere (auch der Anthropoiden) zu gedenken. So auffallend sich solche Haare an Quer- und Längsschnitten von anderen Haaren unterscheiden, so geht doch der wesentliche Unterschied schließlich auf ein einziges Moment zurück: auf die Ausbildung von ansehnlichen Bluträumen inmitten der Bindegewebslager des Haarbalges. Die zahlreichen Nerven dieser Haare haben teilweise die Bluträume zu durchsetzen, um zur Nervenendstelle des Haares zu gelangen (siehe unten). Beim Menschen kommen Sinushaare nicht vor (vergl. Henneberg, Anat. Hefte, 52. Bd., 1915).

Nerven der Haare. Figg. 315—317.

Die Haare sind reich mit Nerven ausgestattet. Die Endigung der Nerven ist nach Dicke und Größe des Haares verschieden: dünne Haare zeigen einfachere, dicke Haare verwickeltere Verhältnisse.

Abgesehen von spärlichen in der Haarpapille vorhandenen Nervenfäden (Fig. 315) befindet sich die Nervenendstelle in der Gegend des Haarhalses, d. h. ein wenig unterhalb der Mündung der Talgdrüsen.

Die einfachste Form der Nervenversorgung (Fig. 316) besteht darin, daß einige markhaltige Nervenfasern an den Haarbalg dicht unterhalb der Talgdrüse herantreten und sich nach Verlust der Markscheide je in zwei marklose Fasern teilen, welche nach links und rechts abbiegend auf der äußeren Oberfläche der Glashaut ringförmig angeordnet sind. Von diesem Ringe entspringen zahlreiche abgeplattete (bis 40 oder 50) Ausläufer, welche parallel der Längsrichtung des Haares und etwas konvergierend in der Richtung zur Oberfläche der Haut verlaufen und nach kurzem Verlauf entweder zugespitzt, abgeplattet oder mit kleinen Verdickungen endigen. So bekommt der ganze Endapparat eine gewisse Ähnlichkeit mit einer Krone oder der Metallfassung eines Diamanten. — Absteigende

Digitized by Google

Fasern, welche seltener vorkommen, erzeugen eine Tonnenform des Endapparates.

Bei der verwickelteren Form des Endapparates (Fig. 317) sind nach außen von der kronenartigen Endigung mehr oder weniger stark entwickelte, ringförmig angeordnete Nervengeflechte vorhanden.

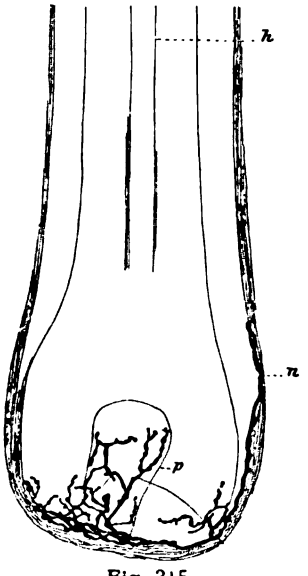


Fig. 315.

Nerven der Haarpapille.
(G. Retzius)
Lippenhaar eines 19,5 cm langen menschlichen Fetus. *h* Haar umgeben von den Wurzelscheiden; *n* Nerv; *p* Papille.

Die reichste Form der Nervenendigung (nur bei stärkeren Haaren vorhanden) besitzt noch Nervenfasern, welche die Glashaut durchbohren und innerhalb der äußeren Schichten der äußeren Wurzelscheide mit Endplatten an Merkelschen Tastzellen endigen.

Die Haare treten somit ihrer reichen Nervenendigungen wegen als ein wichtiges Glied in das Ganze des Gefühlsorganes ein. Scheinbar mit ihrem freien Teil das Gefühlorgan verdeckend, vergrößern sie die empfindliche Peripherie durch die Zunahme des Umfanges, den der Körper durch ihre Gegenwart erfährt. Sie wirken als zartere oder festere Fühlhebel, deren zentraler Teil einen Ausschlag gibt auf selbst nur sehr schwache periphere Reize, wie sie z. B. das Wehen des Windes hervorbringt.

An den Sinushaaren treten (P. Ostroumow und K. A. Arnstein) Tastscheiben reichlicher auf, als an den übrigen Haaren. Doch kommen an den Sinushaaren auch andere Endigungen vor. Es sind epi- und hypolemmale Endigungen zu unterscheiden; die meisten Endigungen liegen epilemmal (außerhalb der Glashaut). Die hypolemmalen Endigungen sind Scheiben, die an feinen Stielen sitzen, sei es in Form einer baumförmigen Verzweigung oder eines zusammenhängenden netzförmigen Lagers.

Fig. 316.

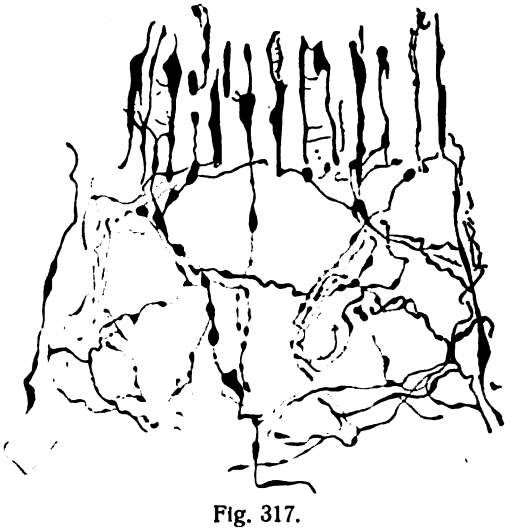


Fig. 317.

Fig. 316. **Einfache Form der Nervenendigung an einem Wollhaare des Menschen.** Unterlippe eines 40jährigen Mannes. (Szymonovicz.)
Fig. 317. **Verwickeltere Form der Nervenendigung an einem Wollhaare des Menschen.** Unterlippe eines 49jährigen Mannes. (Szymonovicz)
(Arch. mikr. Anat., 74. Bd., 1909.)

Digitized by Google

Die epilemmalen Endigungen erscheinen 1. in Form von geraden Terminalfasern, die löffel- oder beilförmig endigen, und 2. in baumförmiger Verzweigung an der Außenfläche der Glashaut; 3. als freie verzweigte Endigung an den Balken des kavernösen Gewebes; 4. als Plexus feinster Fädchen an der Wand des Venensinus; 5. als Vasomotoren für die Gefäße des Haarbalges und der Haarpapille.

Ungewöhnliche Vorkommnisse. Figg. 318, 319.

In der formalen Ausbildung des Haares und in seiner Färbung kommen mancherlei ungewöhnliche Verhältnisse vor. Ferner sind Zwillingshaare, Drillingshaare beobachtet worden. Wichtiger sind die Vorkommnisse von partialer oder universaler Hypertrichosis, Hypo- und Atrichosis.

Fig. 318.

Fig. 319.

Fig. 318. **Echte Überbehaarung, Hypertrichosis vera,** bei einer Frau, der Tänzerin Julia Pastrana I. (Aus Wiedersheim.)

Fig. 319. **Falsche Überbehaarung, Pseudohypertrichosis lanuginosa** (Bonnet) bei dem „Haarmenschen" Adrian Jeftichieff.

Die Überbehaarung, Hypertrichosis, ist in den meisten Fällen eine Hemmungsbildung, indem der fetale Haarwuchs, die Lanugo, in das postfetale Leben herübergenommen wird und an Länge zunimmt. Die Lanugo, das Wollhaar, bedeckt bei älteren Feten fast die gesamte Hautoberfläche und ist auch beim Erwachsenen auf dem größten Teil des Körpers vorhanden. Sie ist gewöhnlich rudimentär, entwickelt sich aber in seltenen Fällen weiter, wie bei den sogenannten „Haarmenschen", deren Gesicht und Körper mit langen seidenweichen Haaren bedeckt sind. Fig. 319.

Echte Überbehaarung, Hypertrichosis vera, beruht auf einer übermäßigen Entwicklung des sekundären Haarkleides. Fig. 318.

Das Kopfhaar kann ungewöhnliche Länge erreichen. Man hat bei Frauen solches von 1,20 m und sogar von 1,40 m gefunden. Bei Moskitofrauen (Zentralamerika) pflegt das Kopfhaar fast bis zur Ferse herabzufallen.

Barthaar von 30—40 cm Länge ist keine Seltenheit. Doch sind auch Riesenbärte bekannt. Einen solchen besaß z. B. Louis Coulon in Vandenesse, Dép. Nièvre, Frankreich. Als er 20 Jahre

Digitized by Google

alt war, hatte sein Bart eine Länge von 1 m. In den 90er Jahren des 18. Jahrhunderts betrug die Länge 2,32 m. Coulon selbst hatte eine Standlänge von 1,59 m.

„Im 16. Jahrhundert lebte ein deutscher Edelmann mit Namen Rauber, der nicht nur wegen seiner Körpergröße und wegen seiner ungeheuren Kraft weit und breit berühmt war, sondern der sich auch vor allen seinen Zeitgenossen durch seinen gewaltigen Bart auszeichnete. Dieser besaß nämlich eine so außerordentliche Länge, daß er dem großen Manne bis zu den Füßen hinabfiel und dann noch bis zum Leibgurt hinaufreichte, so daß der Besitzer dieser seltenen Merkwürdigkeit sich genötigt sah, das Wunder seiner Zeit meist um einen Stab aufgerollt zu tragen. Doch war er ungemein stolz darauf und bestieg nur selten einen Wagen, sondern er ging fast stets zu Fuß, damit er seinen Bart um so vorteilhafter zeigen konnte, indem er ihn bisweilen wie eine Fahne trug, die nach der Laune des Windes hinter ihm herumflatterte. Als der Ritter gestorben war, wurde der Bart mitten durchschnitten und lange Jahre aufbewahrt."

Entwicklung der Haare.

Die Haare entstehen am Ende des 3. Fetalmonates als epitheliale Stauungspapillen, welche in gewissen Abständen in der noch glatten Haut auftreten und Haarkeime genannt werden. Die äußere Hervorragung schwindet wieder, die innere wächst in schräger Richtung stark in die Tiefe. Bald nimmt auch das umgebende jugendliche Bindegewebe teil an der weiteren Ausbildung und liefert die Anlage der Faserhäute des Haarbalges. Allmählich bildet sich am Grunde des Haarkeimes die bindegewebige Papille aus, nicht so, daß sie in die Haarzwiebel hineinwächst, sondern umgekehrt so, daß der Rand der Basis des Haarkeimes einen Teil des unterliegenden Bindegewebes glockenförmig umwächst. Der umwachsene Bindegewebsteil ist nunmehr die Haarpapille. In dem Haarkeim vollziehen sich alsdann Sonderungen, welche eine äußere und innere Wurzelscheide und den übrigen Teil der Haarwurzel ausbilden. Innere Wurzelscheide und Haar gehören anfangs innig zusammen und bilden einen gemeinsamen Strang, dessen axialer Teil sich zum Haare gestaltet und allmählich ein stärkeres Längenwachstum erkennen läßt. Über das Epitrichium siehe oben S. 190. Die Haarbalgdrüsen entstehen als seitliche Epithelknospen der äußeren Wurzelscheide (Stratum germinativum) an der Stelle, welche sie später einnehmen.

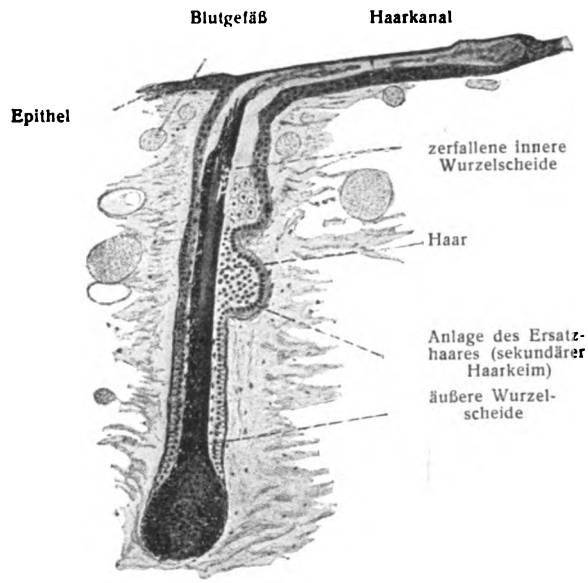


Fig. 320.

Wollhaar und sekundärer Haarkeim beim menschlichen Fetus. Schnitt durch die Rückenhaut eines 5½ monatigen Fetus. 120:1. (P. Stöhr, 1902.)

Das zuerst entstehende (primitive) Haarkleid ist das wichtige Wollhaarkleid, die Lanugo. Mit diesem wird der Fetus geboren. Es stellt ein rudimentäres Organ dar. Nach der Geburt findet allmählich ein totaler Haarwechsel statt, es schließt sich das sekundäre Haarkleid an, mit partieller Langhaarbildung.

Stöhr, Ph., Die Entwicklung des menschlichen Wollhaares. Sitzungsber. der phys.-med. Ges. zu Würzburg, 1902, und Anat. Hefte, Bd. 23, 1903.

Lebensdauer der Haare.

Die sekundären Haare sind keine das ganze Leben dauernden Organe, sondern sie dauern regional verschiedene Zeit, fallen aus und werden durch neue ersetzt, so daß eine Reihe von Haarfolgen sich aneinander anschließen.

Der tägliche Ausfall beträgt bei 18—26jährigen Männern und Weibern nach Pincus 30—108 Haare, 20—30jährigen 90, bei 50—60jährigen 120 und mehr.

Digitized by Google

Auch das tägliche Längenwachstum der Haare ist untersucht und nach den verschiedenen Körpergegenden, nach dem Gewicht, nach den einzelnen Jahreszeiten, nach Tag und Nacht festgestellt (siehe H. Vierordt, Anatomische Tabellen).

Die Lebensdauer der Haare beträgt bei 18—26jährigen Personen nach Pincus an den kurzen Haaren der Randstreifen der Kopfhaut 4—9 Monate, an der Kopfhaut überhaupt (berechnet) 2—4 Jahre, an den Cilien nach Moll 100—150 Tage.

Regeneration der Haare.

Die Regeneration des neuen Haares geht von dem Balge des alten Haares aus. Letzteres verläßt die verödende und verstreichende Papille, rückt langsam nach oben und fällt endlich aus. Zugleich verkürzt sich dasjenige Stück des Haarbalges, welches unterhalb der Einmündung der Talgdrüse liegt. Von der Papille frei gewordene Haare werden Kolbenhaare genannt (Figg. 283, 303, 304). Ihre Wurzel ist nicht ausgehöhlt, sondern keulenartig gestaltet. Man bezeichnet diese Wurzelform als Vollwurzel gegenüber der Hohlwurzel, welche die auf der Papille befindlichen Haare besitzen.

Nach den Beobachtungen von P. Spuler findet während des ganzen Lebens eine Neubildung von Haaren von der Epidermis in beträchtlicher Menge statt. Zumeist kommt es zu einer frühzeitigen Lösung des jungen Haares; erst von diesen „Kolbenhaaren" aus dringen die Keime zur Bildung der markhaltigen, kräftigen Haare in die tiefsten Lagen der Cutis und in die Tela subcutanea vor.

Ursprung des Haarkleides.

Es fragt sich, ob das Haarkleid eine unvermittelte Erscheinung darstellt oder ob sich Vorläufer in der Tierwelt erkennen lassen. Nach dem interessanten Gedanken von Fr. Maurer (Morph. Jahrbuch, 1892) ist das Haarkleid anzuknüpfen an gewisse sensible Endapparate der Haut der Fische und Amphibien, die als Endknospen eine ungeheure Verbreitung besitzen und große Regelmäßigkeit ihrer Standplätze zeigen. In diesen Endknospen findet zwar die Nervenendigung nicht in der Weise statt, wie man es früher annehmen zu dürfen glaubte; eine zellulare Endigung fehlt durchaus (Retzius); vielmehr endigen die sensiblen Nerven frei, interepithelial, zwischen den langen epithelialen Bestandteilen der Endknospen. Aber im Haare verhält sich die Nervenendigung nicht anders, auch hier ist freie Endigung vorhanden. Von seiten der Nervenendigung läßt sich also keine Einwendung erheben. Jene Endknospen sind nur daseinsfähig im feuchten Medium. Bei Landtieren können sie an der Haut nicht verbleiben, sie müssen untergehen oder sich umwandeln. Eine solche Umwandlung könnte dem Ursprunge der Haare zugrunde liegen. Das Haarkleid erhält durch diese Theorie eine Stellung unmittelbar bei den Sinnesorganen; es würde mit letzteren verwandt sein und ihnen angehören.

Diese Theorie hat eine ganze Anzahl bedeutender Schriften hervorgerufen. Gegen die Theorie hat zunächst Fr. Leydig (Biologisches Zentralblatt, 13. Bd., 1893) Einwendungen erhoben, indem er bei den Hautsinnesorganen eher eine Verwandschaft mit Hautdrüsen für wahrscheinlich hält, während er die Perlorgane gewisser Familien der Fische sowie die Schenkelporen der Eidechsen für Anfangsformen der Haarbildungen der Säugetiere erklärt. Eine dritte Theorie betont das Verhältnis der Haare zu den Schuppen (M. Weber); eine vierte leitet sie speziell von Hautzähnchen ab (C. Emery).

Über die Beziehungen der Haare zu den Federn und Schuppen sind folgende wichtige Arbeiten zu vergleichen:

de Meijere, Über die Federn der Vögel. Morphol. Jahrbuch, 23. Bd., 1895.

Reh, L., Die Schuppen der Säugetiere. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., 29. Bd., 1895.

„Die großen Lederhautpapillen, auf welchen die Hautzähne der Haie sitzen, bleiben bei den Amphibien bestehen unter Rückbildung der Zähne. An deren Stelle treten zuerst, bei den Wasseramphibien, andere Kutikularbildungen, dann, bei den Landamphibien, Verhornungen. Bei den Reptilien entwickeln sich diese zu Schuppen, die sich bei den Vögeln am Laufe erhalten, am übrigen Körper zu Federn umbilden. Bei den Säugetieren lassen sie aus sich die Haare hervorgehen, bleiben aber neben diesen noch lange erhalten, mit Vorliebe an den Gliedmaßen und am Schwanze, in einzelnen Fällen sich durch Anpassung weiter ausbildend."

Siehe auch die kritische Studie von F. Keibel, Ontogenie und Phylogenie von Haar und Feder, Merkel und Bonnet, Ergebn., 5. Bd., 1895, und Plate, Anat. Anz., 56. Bd., 1922.

Digitized by Google

Brandt, A., (Zur Phylogenie der Säugetierhaare, Biolog. Zentralbl., 1900) tritt lebhaft für die Ableitung der Säugetierhaare von den Zähnen ein, indem er die Entwicklung der Haare und der Plakoidzähnchen miteinander vergleicht. Die Hornplatten oder Schuppen entstanden als Neubildungen im Bereiche der Haut, und zwar bei den zu den Reptilien hinneigenden Formen als Ersatz für die zugrunde gehenden Hautzähnchen, bei den zu den Säugetieren, zunächst zu den Promammalien neigenden Formen hingegen, zwischen oder wohl auch im Umkreise der zu Haaren verhornenden Hautzähnchen. Eine Reihe schematischer Figuren erläutert die vorgestellten Verhältnisse.

Zu sehr interessanten Ergebnissen gelangt Stöhr (Verh. anat. Ges., 1907) auf Grund der Stellung der Haare. Er fand bei einem viermonatigen Fetus die Haargruppen in alternierenden Reihen und rekonstruiert darnach einen aus zwei Lagen von Schuppen bestehenden Panzer. Die Haare stehen in Reihen, und zwar so, daß Reihen aus Gruppen von drei Haaren bestehend, abwechseln mit Reihen, deren Gruppen fünf Haare zeigen. Stets ist in den Gruppen das Mittelhaar am kräftigsten. Die Haargruppen der aufeinander folgenden Reihen stehen alternierend derart, daß die Gruppen der einen Reihe in den Lücken zwischen den Gruppen der benachbarten Reihe stehen.

Funktionen der Haare.

Die Funktionen der Haare sind mehrfacher Art. Die Rolle von Tasthaaren spielen in erster Linie die Cilien; ebenfalls sehr empfindlich sind die Augenbrauen; ihnen folgen in der Erregbarkeit die kleinen Haare des Gesichts und des größten Teiles der übrigen Hautoberfläche. Unempfindlicher als diese Haare sind die Kopf- und Barthaare; am meisten vom Typus der Tasthaare entfernt sind die Genital- und Analhaare sowie die der Achselhöhle. Diese Haare haben mehr die Funktion einer Walze. Diese Funktion haben die Haare überall, wo zwei Hautflächen aufeinander gleiten. Die für die meisten Tiere wichtigste Funktion des Haares, als Temperaturregulator, hat beim Menschen fast nur noch das Kopfhaar und der Bart. Endlich hat das Haar noch die Funktion, als Schmuck zu dienen, besonders das Kopf- und Barthaar. Am größten Teil der Körperoberfläche sind die Haare durch Zuchtwahl geschwunden, an gewissen Stellen aber haben sie sich aus demselben Grunde stärker entwickelt.

Bischoff, C. W., Histologische Untersuchungen über den Einfluß des Schneidens der Haare auf ihr Wachstum. Arch. mikr. Anat., 51. Bd., 1898. Das Schneiden der Haare übt wahrscheinlich keinen Einfluß auf das Wachstum aus. — Bonnet, R., Über Hypotrichosis congenita universalis. Anat. Hefte, 1892. — Brandt, A., Über die sogenannten Hundemenschen, bzw. über Hypertrichosis universalis. Biolog. Zentralblatt, 17. Bd., 1897. — Über Mannweiber (Viragines): Biolog. Zentralblatt, 1897. — Günther, M., Haarknopf und innere Wurzelscheide des Säugetierhaares. Dissertation. Berlin, 1895. — Maurer, F., Zur Kritik meiner Lehre von der Phylogenese der Säugetierhaare. Morph. Jahrb., 26. Bd., 1898.

Digitized by Google

Register.

A.

Abarten der Vater-Pacinischen Körperchen 214.
Abdomen 165.
Acarus folliculorum 222.
Achillinus, Alexander 17.
Achselfalte, hintere, vordere 166.
Achselgrube 166.
Achselhöhlenhaare 236.
Acromion 170.
Adamsapfel 166.
Äquatorialebene b. Zellteilung 62.
Aëro-Epithel 243.
Aëro-Epithelzellen 83.
After 166.
Afterdrüsen 220.
Afterspalte 166.
Ala nasi 169.
Albinismus 189, 240.
Albino 189.
Albinus 21.
Alkmäon 9.
Allosomen 46.
Altmann, Bioblasten 45.
— Granulatheorie 45.
Amitose 65.
Amphioxus 154.
Amphipyrenin 51.
Amygdala d. Tastrosetten 195.
Anaphase 62.
Anatomie, Begriff 1.
— chirurgische 3.
— descriptive 3.
— Geschichte 7.
— der Geschlechter 3.
— für Künstler 4.
— des Lebenden 173.
— mikroskop. Zeitalter 19.
— der Oberflächen 173.
— patholog. Begründung 21.
— plastische 4.
— populäre 4.
— der Rassen 3.
Anatomie, elementare Stufe 29.
— systematische 3.
— der Tiere 2.
— topographische 3.
— vergleichende 2.
Anaxagoras 9.
Andernach, Winther von 15.
Andersch 23.
Anpassung 29.
Antebrachium 171.
Anthropotomie 4.
Ἀντίχειρ 171.
Antimeren 150, 180.
Antitypie 54.
Anus 166.
Aperturae cutis 186.
Apex nasi 169.
— pili 236.
— unguis 230.
Aposomen 46.
Apparat, Definition 71.
Apparate 179.
Apparato reticolare int. 47, 135.
Arabismus in der Medizin 15.
Archoplasma 52.
Areola mammae 165, 222.
Aristoteles 8, 9.
Arnold, Fr. 20, 25.
Arrantius 19.
Arrectores pilorum 244.
Arteriolae subpapillares 201.
Aselli 19.
Aster 52, 61.
Asthmakristalle 114.
Astrocyten 143.
Asymmetrie des Körpers 150, 181.
Atavismus 181.
Atrichosis 249.
Attraktionssphäre 52.
Augapfel 169.
Auge 167.
Augenbrauenbogen 168.
Augenbrauenhaare 236.
Augenlider 169.
Auricula 169.
Auris 167.
Autochromosomen 64.
Avicenna 15.
Axenzylinderfortsatz 130, 137.
Axenzylinder 139.
— nackte 142.
Axen des Körpers 177.
Axenskelet, primitives 155.
Axensystem des Körpers 149.
Axilla 170.

B.

Backe 169.
Baer, K. E. 18, 27.
— Ur-, Primitivorgane 154.
Balfour 27.
Bandfasern b. Nervenregeneration 146.
Barba 236.
Barthaare 236.
Bartholin, C. und Th. 21.
Basalkörperchen der Flimmerzellen 77.
Basis glandulae mammae 222.
Bauch 165.
Bauhin 19.
Bauplan d. Menschen 149.
Becherzellen 77.
Becken 165.
Begriff d. Haut 183.
Bein 171.
Bell, Ch. 16, 25.
— Joh. und Ch. 25.
Bellini 21.
Benda, Mitochondrien 46.
Benedetti 17.
Berengar von Carpi 17.
Bernhardi 31.
Bertin 23.
Bestandteile, chemische, d. Zelle 69.
— d. Haut 183.

Digitized by Google

Bethe, Antitypie 54.
Bewegung, amoeboide 55.
Bicepswulst 170.
Bichat 16, 25.
Bidder 28.
Bindegewebe, adenoides, Vorkommen 103.
— elastisches 91.
— embryonales 105.
— geformtes 90.
— gelbes 92.
— gewöhnliches 85.
— lockeres 85.
— pigmentiertes 103.
— straffes 89.
Bindegewebs-bündel 85.
— -fasern, collagene, Altern 86.
— — — Verhalten gegen Reagentien 85.
— — elastische, Verhalten gegen Reagentien 86.
Bindegewebs-zellen, fixe 86.
— — Zentralkörperchen 86.
— — pigmentierte, Vorkommen 104.
— — — Zentralkörper 104.
Bindesubstanzgewebe, Definition 83.
— Einteilung 84.
Binnennetz 47, 135.
— Deutung 135.
Bioblasten 45.
Biologie 4.
Bischoff 22.
Bizzozero, Blutplättchen 111.
Blastoporus 154.
Blastula 154.
Blumenbach 14.
Blut, erste Anlage 118.
— Bestandteile 105, 106.
— Definition 105.
— Farbe 106.
— -flüssigkeit 105.
— Gerinnung 106.
— — feinere Vorgänge 116.
— Geruch 106.
— Geschmack 106.
— spez. Gewicht 106.
— Menge 106.
Blutkörperchen, Bildung neuer 117.
— farblose 109.
— Geldrollen-Anordnung 106.
— Maulbeer- oder Stechapfelform 107.
— Membran 107, 108.
Blutkörperchen, rote 106—109.
— bei Tieren 108.
— Zahlenverhältnisse 114.
Blut-kristalle, Arten 113.
— -kuchen 106.
— -plättchen 111.
— -plasma 106.
— -schatten 107.
— -scheibchen 111.
— -serum 106.
— -stäubchen 113.
Bojanus 25.
Borstenhaare 236.
Botallo 17.
Boveri, Archoplasma 52.
— Centriolum 52.
Bowman 20.
— Fleischelemente, sarcous elements 123.
— disks 123.
Brachium 170.
Breschet 25.
Broca 28.
Broman 27.
Brown, R. 31.
Brücke, Disdiaklasten 123.
Brüste 165, 222.
Brunner 21.
Brust 165.
Brustdrüse, männliche 229.
Brustwarze 165, 222.
Bucca 169.
Bürstenbesatz 81.
Bütschli, Wabenstruktur des Protoplasma 44.
Bulbus oculi 169.
— pili 236.
Burdach 18.
Bursae mucosae subcutaneae 196.
— — — Aufzählung 196.
Busen 163.

C.

Calcar 17.
Caldani 23.
Calx 172.
Camper 12, 23.
Canaliculi ossium 96.
Canalis neurentericus 157.
Canani 19.
Capilli 236.
Capsula adiposa mammae 222.
Caput 165.
Carpus 171.
Carus, Modulus 152.
Carus, natürliches Grundmaß des Körpers 152.
Casserius 19.
Caulerpa, Regenerationsfähigkeit 69.
Cavum oris 169.
Cellula 31, 42.
Celsus 13.
Centriolum 52.
Cerumen 220.
Cervix 166.
Charcot-Leydensche Kristalle 114.
Chemotropismus 54.
Chemozentrum 53.
Chondrin 92.
Chondriokonten 46.
Chondriosomen 46.
Chondroitinschwefelsäure 92.
Chondromucoid 92.
Chorda dorsalis 155.
— -gewebe 83.
— -knorpel 83.
Chromatin, Begriff 50.
— Verhalten gegen Farbstoffe 51.
Chromatolyse 68.
Chromokrateren 108.
Chromosomen, Gestalt 60.
— Zahl 60.
Cilia 236.
Circulus d. Tastrosetten 195.
Clasmatocyten 88.
Clunes 172.
Coelom, primäres 154.
— sekundäres 157.
Cohnheimsche Felder 122.
Collagen 85.
Collum 165, 166.
— folliculi pili 240.
Colostrum gravidarum 225.
— puerperarum 225.
Columbus 17, 19.
Comedo 221.
Corium 191.
Corpuscula bulboidea 208.
— lactis 226.
— lamellosa 209.
— nervorum articularia 210.
— — genitalia 208.
— — terminalia 203.
— sanguinis 105.
— tactus (Meißneri) 206.
Corpus adiposum buccae 196.
— glandulae sudoriferae 216.
— mammae 222.

Digitized by Google

Corpus papillare d. Haut 191.
— unguis 230.
Coste 27.
Cotugno 23.
Cowper 21.
Coxa 166, 171.
Cranium 167.
Cremor lactis 226.
Crena ani 166.
Crista (ae) cutis 185.
— iliaca 166.
— matricis unguis 233.
Crus 172.
Crusta 48.
Cubitus 170.
Cuticula 48.
— vaginae pili 239, 240.
Cutis 183.
— -leisten, Richtung 195.
Cuvier 16, 25.
Cyanmolekül 59.
Cytoblastema 58.
Cytologie 33.
Cytoplasma 44.
Cytotropismus 54.

D.

Damm 166.
Darmbeinkamm 166.
Darm, bleibender 155.
Darmdrüsenblatt 155.
Darwin 22, 29.
Darwinsche Theorie 29, 38.
Daumen 171.
Daumenballen 171.
Deetjen, Thrombocyten 111.
Degeneration, asbestartige des Knorpels 94.
— im Nervengewebe 145.
Deitersche Zellen 143.
Dekhuyzen, Chromokrateren 108.
— Thrombocyten 111.
Delle der Erythrocyten 106.
Demours 23.
Dendriten d. Nervenzellen 130, 137.
— Fibrillen 134, 137.
— Perifibrillarsubstanz 137.
— Varicositäten 137.
Dentin 98.
Dentinröhrchen 98.
Depigmentierung d. Haut 189.
Dermatomeren 199.
Descemet 23.
Deszendenz-Theorie 29.
Deuterogenesis 37.
Diaster 62.
Dicke d. Haut 184.
Digiti manus 171.
— pedis 172.
Diogenes 9.
Diplosomen 53.
Disdiaklasten 123.
Dissociationstheorie 59.
Döllinger 27.
Donnésche Körperchen 225.
Doppelkinn 169.
Dorsum 166.
— manus 171.
— nasi 169.
— pedis 172.
Douglas 21.
Drillingshaare 249.
Drosselgrube 166.
Drüsen d. Haut 216.
— Montgomerysche 224.
Dubois 17.
Ductus lactiferi 222.
— sudoriferus 216.
Dürer, Albrecht 153.
Dumortier 31.

E.

Ebenen des Körpers 177.
Ehrenritter 23.
Ehrlich, Mastzellen 87.
Einkerbungen, Schmidt-Lantermansche 141.
Eisenblut 108.
Eiter 111.
Ektoblast 154.
Ektoderm 73.
Elastin 92.
Eleïdin 190.
Elementareinheit 42.
Elementarorganismen, kernlose 51.
Ellenbogen 170.
Ellenbogengrube 170.
Ellipsis d. Tastrosetten 195.
Empedokles 9.
Endbäumchen d. Kollateralen 130.
Endknötchen d. Nerven in der Oberhaut 203.
Endkolben d. Haut 208.
Endothel 74.
Endothelgewebe 104.
Engelmannsche Nebenscheibe d. Muskelfasern 122.
Entoblast 155.
Entoderm 73, 155.
Entwicklung d. Haare 250.
— organischen Lebens, Tabelle 40.
Entwicklungsgeschichte 154.
— vergleichende 2.
— vergl., Entstehung 27.
Entwicklungsmechanik 33.
Entwicklungsphysiologie 33.
Ependymfaser 143.
Ependymzellen 143.
Epiblast 154.
Epicoelom 158.
Epidermis 186.
Epidermisschüppchen 190.
Epigenesis 27.
Epithelgewebe, Definition 74.
— allgemeine Eigenschaften 74.
— Form der Elemente 74.
Epithellymphe 79.
Epithel, Schichtung 79.
Epithelzellen, Differenzierungen 81, 82, 83.
— Flimmerzellen 76.
— kubische 76.
— pigmentierte 103.
— Plattenepithelzellen 74.
— Übergangs- 77.
— Verbindung 78.
— Wimperzellen 76.
— Zylinder 76.
Epitrichium 190.
Eponychium 235.
Erasistratos 11.
Ergologie 3.
Ergrauen d. Haare 243.
— d. Nagels 233.
Erythroblasten 117, 119.
Erythrocyten 106.
— Bildung neuer 117.
— Blutschatten 107.
— Form bei Tieren 108.
— Geldrollenanordnung 106.
— Glockenform 107, Fig. 147.
— Lebensdauer 109.
— Maulbeerform 107.
— Membran 107, 108.
— Stechapfelform 107.
— Stroma 107.
— Zahl 115.
Eudipleuren 150.
Eustachius 17.
Evolution 27.
Exerzierknochen 199.
Exoplasmalehre, über d. Entsteh. d. Grundsubstanz 84.

Digitized by Google

Extremität, obere 170.
— untere 171.
Extremitas inf. 171.
— sup. 170.
Extremitäten 158, 170.
— Entwicklung 158.

F.

Fabricius ab Aquapendente 8, 17.
Facies 167.
Fadenapparat d. Tastkörperchen 207.
— d. Vater-Pacinischen Körperchen 213.
Fadenkörner 46.
Fallopia (Fallopius) 8, 17.
Farbe d. Haut 185.
Farbstufen d. Haut 185.
Faserhaut äußere, innere d. Haarbalges 239.
Faserknorpel 96.
Fasern, collagene 85.
— — Bildung 88.
— durchbohrende d. Knochens 97.
— elastische 86.
— —, Entstehung 92.
— — feinerer Bau 91.
— leimgebende 85.
— Sharpeysche 97.
— umspinnende 90.
Fauces 169.
Fechner, Abstammung des Organischen 59.
Femur 172.
Fermente, Bedeutung f. Chemismus d. Zelle 57.
Ferrein 21.
Ferse 172.
Fett-Epithelzellen 83.
— -gewebe 100.
— Bedeutung 102.
— -haut 196.
— Histochem. Nachweis 100.
— -keimlager 101.
— -läppchen, Primitivorgane 101.
— -metamorphose 68.
— -tröpfchen im Blut 113.
Fettzellen 100.
- Zentralkörper 102.
Fibrin 106.
Fibrinfäden 106.
Fibringerinnung in Lymphe 119.
Fibroblasten 88.
Filarsubstanz d. Protoplasma 44.
Finger 171.
Fingerknöchel 171.
Fischer, künstliche Granula 45.
Fleischelemente 123.
Fleischhaut 196.
Fleischscheibchen 123.
Flemming 34.
— Chromatolyse 68.
— Filarsubstanz 44.
— Interfilarsubstanz 44.
— Mitose 59.
— — Dauer 64.
— Netzknoten 50.
— Protoplasmastruktur 44.
— Zentralkörperchen 52.
— Zwischenkörperchen 64.
Flimmerbewegung 55.
Flimmerepithel, einfaches, Vorkommen 80.
— geschichtetes, Vorkommen 80.
Flimmerhaare 77.
Flimmerzellen 76.
Flügelzellen 90.
Flumina pilorum 243.
Foësius 15.
Fohmann 25.
Folgestücke des Körpers 159, 180.
Folius 19.
Folliculus pili 236, 239.
Fontana 23.
Formalinpigmentkristalle 144.
Form d. Haut 184.
Formelemente des Körpers 42.
Fossa axillaris 166.
— cubitalis 170.
— infraclavicularis 165.
— jugularis 166.
— retromandibularis 169.
— subinguinalis 172.
— supraclavicularis major 166.
Fovea nuchae 166.
Frauenmilch 225.
Freßzellen 110.
Fritsch, Proportionslehre 152.
Frommannsche Linien 141.
Frons 168.
Frontalebene 177.
Funktionswechsel 179.
Furchung 154.
Furchungshöhle 154.
Fuß 172.
Fußrücken 172.
Fußsohle 172.
Fußwurzel 172.

G.

Galenus 13.
Gall 16.
Gasser 23.
Gastraea 73.
Gastrula 154.
Gefäße d. Haut 199.
Gefäßpapillen d. Haut 192.
Gegenbaur 32.
Gegenhand 171.
Gegenmundpol 150.
Gegenpolseite d. Kerns 50.
Gegenstücke 180.
Geißelbewegung 55.
Geldrollen-Anordnung der Erythrocyten 106.
Gelenknervenkörperchen 210.
Gena 169.
Genitalendkolben 208.
Genitalnervenkörperchen 208.
Genu 172.
Gerinnung d. Blutes 106, 116.
Gesäß 172.
Gesäßfurche 172.
Gesäßspalte 166.
Geschichte d. Anatomie 7.
Geschlechter, Zahlenverhältnis 164.
Geschlechtschromosomen 64.
Geschlechtsmerkmale, primäre, sekundäre 164.
Geschlechtsunterschiede 160, 162.
Gesetz, Wallersches 145.
Gesichtsteil des Schädels 167.
Gewebebildung 71.
Gewebe adenoides 102.
— cytogenes 102.
— Definition 71.
— einfache 71.
— Einteilung 71, 72.
— elastisches 91.
— germinatives 72.
— -lehre 33.
— lymphoides 102.
— plasmodiale 72.
— retikuläres 102.
— somatisches 72.
— syncytiale 72.
— zellulare 72.
Gewicht d. Haut 185.
Gimbernat 23.
Glandulae areolares (Montgomerii) 224.
— ceruminosae 220.
— circumanales 220.

Digitized by Google

Glandulae cutis 216.
— glomiformes 216.
— sebaceae 220.
— sudoriferae 216.
Glaser 19.
Glashaut d. Haarbalges 239.
Glia faserige 144.
Gliafasern 144.
Gliafüßchen 144.
Gliazellen 129, 143, 144.
Gliederung der gestr. Muskelfaser 122.
Gliedmaßen 165.
Gliosomen 144.
Glisson 19.
Glockenform der Erythrocyten 108.
Glutin 85.
Goethe 14, 25.
Golgi, Apparato reticolare interno 47, 135.
Golgi-Mazzonische Körperchen 214.
Golgi, Sehnenspindel 210.
Golgischer Trichter 142.
Gonoblasten 72.
Graaf 21.
Grandrysche Körperchen 209.
Granula 45, 87.
Grew 31.
Gruber 26.
Grundmaß d. Körpers 152.
Grundsubstanz 84.
Gruppenstellung d. Haare 236.
Guidi, Guido 17.
Gynäkomastie 229.

H.

Haar (Haare) 236.
— Ausfall, täglicher 250.
— -balg 236, 239.
— — Faserhaut 239.
— — Glashaut 239.
— -balgdrüsen 221.
— -balgmuskeln 240, 244.
— Blutgefäße 247.
— Cuticula 239.
— Dicke 236.
— Entwicklung 250.
— Ergrauen 243.
— Formtypen 240.
— Funktion 252.
— -farbe 240, 243.
— Gewicht 236.
— Gruppenstellung 236.
— Hohlwurzel 251.
Haar (Haare)-keime 250.
— -kleid, primitives, sekundäres 250.
— — Ursprung 251.
— Länge 236.
— — ungewöhnliche 249.
— Längenwachstum, tägl. 251.
— Lebensdauer 250, 251.
— Marksubstanz 239.
— -menschen 249.
— Nerven 247.
— Oberhäutchen 239.
— -papille 236, 239, 240.
— -querschnitt, Verschiedenheiten 240.
— Regeneration 251.
— Rindensubstanz 239.
— -schaft 236.
— -scheiben 215.
— -strich 243.
— -ströme 243.
— Teile des 236.
— Vollwurzel 251.
— Vorkommnisse, ungewöhnl. 249.
— -wurzel 236.
— Wurzelscheiden 240.
— Zahl 236.
— -zwiebel 236.
Häckel 29.
Hämatin 113.
Hämatoidinkristalle 114.
Hämatoporphyrin 114.
Hämin 113.
Haemoblast 119.
Hämochromogen 114.
Hämoconien 113.
Hämocyanin 108.
Hämoglobin 106, 108, 113.
Hämoglobinkristalle 112, 113.
Hämogonie 119.
Häute, elastische 91.
— gefensterte 91.
Haller, Albrecht von 12, 23.
Hallux 172.
Hals 165, 166.
Haltung d. Körpers b. Manne u. Weibe 163.
Hand 171.
— -rücken 171.
— -teller 171.
— -wurzel 171.
Harvey 10, 19.
Hatschek, Splanchnocoel und Myocoel 158.
Haut, äußere, Allgemeines 183.
Haut, Anhangsorgane 216.
— Bau, feinerer 186.
— Begriff 183.
— Bestandteile 183.
— Depigmentierung 189.
— Dicke 184.
— Drüsen 216.
— Farbe 185.
— Farbstufen 185.
— Form 184.
— Gefäße 199.
— Gefäßpapillen 192, 207.
— Gewicht 185.
— Horngebilde 230.
— Lymphgefäße 202.
— Nerven 202.
— Nervenpapillen 192, 207.
— Oberfläche 184.
— Oberflächenbeschaffenheit 185.
— Pigmente 188.
— Pigmentierung, künstliche, natürliche 189.
— Rassenverschiedenheiten der Färbung 185.
— Schichten 186.
— Spaltrichtungen 192.
— Spannung 192.
— Tätigkeit 183.
— -talg 221.
— Tastpapillen 207.
— Verknöcherungen 199.
— -wärzchen 192.
Heidenhain, M., Zuwachsstreifen bei Herzmuskelfasern 128.
Heliotropismus 54.
Henle 22.
— elastische, gefensterte Häute 91.
Henlesche Schicht 240.
Hensensche Mittelscheibe 122.
Heraklitus 9.
Herbstsche Körperchen 214.
Herophilus 11.
Herzgrube 165.
Herzmuskelfasern 120, 127.
Herzmuskelzellen 127.
Herzmuskulatur, Kittsubstanz 128.
— Ursprung 129.
Heterochromosomen 64.
Hexenmilch 227.
Highmore 19.
St. Hilaire 25.
Hildebrandt 25.

Digitized by Google

Hinterbacke 172.
Hinterhals 166.
Hinterhaupt 169.
Hinterhaupthöcker 169.
Hippokrates 7.
Hirci 236.
Hirnteil des Kopfes 167.
His 32.
— Synkaryose 66.
Histologie 33.
Hofmann 19.
Hofmeister, Chemismus der Zelle 57.
Hohlhand 171.
Hohlwurzel d. Haares 251.
Holmgren, Saftkanälchen der Ganglienzellen 136.
— Trophospongium 47, 137.
Homo-Form 150.
Hooke 31.
van Hoorne 19.
Horizontalebene 177.
Horngebilde d. Haut 230.
Hornhautkörperchen Fig. 119.
Hornplättchen 190.
Hornscheide 140.
Hornschicht d. Haut 186.
Hornschüppchen 83.
Hornspongiosa d. Markscheide 140.
Hüfte 166, 171.
Hundt 17.
Hunter, J. 14, 23.
Hunter, W. 23.
Huxley 29, 30.
Huxleysche Schicht 240.
Hydropisierung d. Protoplasma 68.
Hyperthelie 229.
Hypertrichosis 249.
Hypoblast 155.
Hypocölom 158.
Hyponychium 235.
Hypothenar 171.
Hypotrichosis 249.
Hyrtl 26.

I.

Jacob 25.
Jacobson 25.
Index 171.
Ingrassias 17.
Inguen 166.
Innenkolben d. Tastkörp. 207.
— d. Vater-Pacinischen Körp. 212.
Inoblasten 88.
Integumentum commune 183.
Interfibrillarsubstanz d. Bindesubstanzgewebes 84.
Interfilarsubstanz d. Protoplasma 44.
Interglobularräume 98.
Interzellularbrücken d. Epidermis 187.
— d. Epithelien 78.
Interzellularlücken 79.
Interzellularsubstanz d. Bindesubstanzgewebes 84.
— d. Epithelien 78.
Involution, klimakterische d. Milchdrüse 227.
Jochbogen 169.
Jones 27.

K.

Kalkepithelzellen 83.
Kanälchen, intrazellulare, in Ganglienzellen 135.
Kapillarreaktionen im Protoplasma 57.
Karyokinese 59.
Karyoplasma 48.
Kehlgrube 166.
Kehlkopfvorsprung 166.
Keibel 27.
Keim-blase 154.
— -bläschen 49.
— -blätter 73, 154.
Keimblatt, äußeres 154, 155.
— inneres 154, 155.
— mittleres 155.
Keimflecke 50.
Keimschicht der Epidermis 186, 187.
— d. Nagels 233.
Keimzellen 72.
Keratinisierung 68.
Kerato-Epithelzellen 83.
Keratohyalin 83.
Kerkring 21.
Kern-fäden, primäre, sekundäre 50.
— -gerüst 49.
— -inhalt 48.
— intermediärer 51.
— -körperchen 50.
— Membran 48.
— vom Metazoentypus 51.
— b. Mikroorganismen 51.
— Nachweis 51.
— Polseite 50, 59.
Kern-saft 50, 51.
— -schleifen 60.
— -struktur 48.
— -teilung, Zwecke 66.
— verteilter 51.
— Zusammensetzung, chemische 50.
Key-Retziussche Körp. 214.
Kinn 169.
Kinnlippenfurche 169.
Kinocilien 81.
Kinozentrum 53.
Kittsubstanz d. Bindesubstanzgewebes 84.
— d. Epithelien 78.
— der Herzmuskulatur 128.
Kleinfingerballen 171.
Knäueldrüsen 216.
Knie 172.
— -kehle 172.
— -scheibe 172.
Knochenbildung in Knorpeln 94.
Knochen, calcinierter 97.
— -fibrillen 97.
— -gewebe 96.
— -höhlen 96.
— -kanälchen 96.
— -knorpel 97.
— -körperchen 96.
— -lücken 96.
— -mark 117, 118.
— -zellen 96, 97.
Knöchel 172.
Knorpel, asbestartige Degeneration 94.
— -Einteilung 93.
— elastischer 96.
— — Vorkommen 85.
— -entwicklung 94.
— -gewebe 92.
— -höhle 93.
— hyaliner 93.
— — Vorkommen 85.
— -kapsel 93.
— -leim 92.
— permanenter 93.
— Regeneration 95.
— skelet, fetales 93.
— transitorischer 93.
— verkalkter 94, 95.
— -zellen 93.
— — pigmentierte 103.
Koch 15.
Kölliker 27, 30.
Körper, Abteilungen 165.
— Antimeren 150.

Digitized by Google

Körper, Asymmetrie 150.
— Axen 177.
— Ebenen 177.
— Flächenmessungen 174.
— Folgestücke 159.
— -form, eudipleure 150.
— als Ganzes 149.
— Geschlechtsverschiedenheiten 160.
— Gewicht, spezifisches 175.
— Gewichtsverhältnisse 175.
— Grundform 150.
— -länge 173.
— Lagen 177.
— männlicher 160.
— Maßverhältnisse 151.
— Messungen kubische 175.
— — lineare 173.
— Oberflächenform 165.
— Oberfläche, Formel zur Ermittlung 176.
— Parameren 150.
— -proportionen 151.
— Richtungen 177.
— Stamm 165.
— -systeme, Gewichtstabellen 181.
— weiblicher 162.
Körperchen, Donésche 225.
— Golgi-Mazzonische 214.
— Grandrysche 209.
— Herbstsche 214.
— Key-Retziusche 214.
— Ruffinische 214.
— Vater-Pacinische 209.
Kolbenhaare 251.
Kolbenzellen d. Tastköper 207.
Kollateralen d. Nervenfortsatzes 130.
Kollmann 27.
Kolostrumkörperchen 225.
Kontinuitätslehre 59.
Kontraktilität des Protoplasma 54.
Kopf 165, 167.
— -haare 236.
— — ungewöhnliche Länge 249.
Kopsch, Binnennetz 47, 135.
— — Deutung 135.
— Dauer d. Mitose 64.
— Thrombocyten 111.
Kosmozoenlehre 59.
Krallen-platte 235.
— -sohle 235.
— -wall 235.
Krausesche Querlinie 122.
Krausesche Endkolben 208.
Kreuz, lateinisches 141.
Kreuzraute 166, 186.
Kristalle des Blutes 113.
Kühne, Rhabdia 122.
Kupferblut 108.
Kupffer 32.
— Neurofibrillen 133.
— Paraplasma 44.
Kurzhaare 236.
Kurzstrahler 144.
Kutikularsaum 77.

L.

Labium inf., sup. 169.
Lacaze-Duthiers 25.
Lac femininum 225.
— neonatorum 227.
Lactation 224.
Lagen des Körpers 177.
Laker, Blutscheiben 111.
Lamarck 27.
Lamellenphänomen 97.
Lancisi 17.
Langhaare 236.
Langstrahler 144.
Lanugo 236.
La Peirese 19.
Latus 166.
Leben, Äußerungen des 36.
— organisches, Entwicklungstabelle 40.
Lebenseinheit 42.
Lebensherkunft 59.
Lederhaut 191.
— Nervenendigungen 205.
Leeuwenhoek 21.
Leibeshöhle, primäre 154.
Leibessäcke 155.
Leim 85.
Leistenfurche 166.
Leistengrube 172.
Leisten d. Lederhaut 192.
Lendenraute 186.
Leukocyten 109.
— acidophile 110.
— Bildung der 117.
— eosinophile 110.
— Mitosen 110.
— multinukleäre 109.
— neutrophile 109.
— oxyphile 110.
— polymorphe 109.
— Übergangsformen 110.
— uninukleäre 109.
— Zahl 115.
Leukocyten Zentralkörperchen 111.
Lidspalte 169.
Lieberkühn 23.
Lieutaud 23.
Liharzek, Proportionen des Körpers 152.
Lingua 169.
Linien, Frommannsche 141.
Linin 49, 51.
Linné 12, 25.
Lionardo da Vinci 153.
Liquor sanguinis 106.
Littre 21.
Lobi mammae 222.
Lobuli mammae 223.
Lower 21.
Lumbus 166.
Lunula des Nagels 230.
Lymphe 119.
Lymphgefäße d. Haut 202.
Lymphkörperchen, Brutstätte 103.
Lymphocyten 109.
Lymphzellen 102.

M.

Magengrube 165.
Mala 169.
Mall 27.
Malleolus lateralis 172.
— medialis 172.
Malpighi 10, 19, 31.
— Stratum germinativum 186.
Mamma 165, 222.
— accessoriae 228.
— Gefäße 227.
— Nerven 228.
— virilis 229.
Mammartaschen 228.
Mantelfasern 61.
Manus 171.
Margo lat., liber unguis 230.
— occultus unguis 230.
Markscheide 139, 140.
Marktwert der Materialien eines Menschen 70.
Marksubstanz d. Haares 239.
Markzellen 110, 117.
— d. Haares 239.
Mascagni 23.
Mastzellen 87.
Matrix unguis 230.
Maulbeerform d. Erythrocyten 107.
Meckel, J. Fr. 23.
Meckel, F. Th. 23.

Digitized by Google

Meckel, J. Fr., d. Enkel 23, 25, 27.
Medianebene 177.
Medullarplatte 155.
Megalocyten d. Blutes 106.
Meibom 21.
Meißnersche Tastkörp. 206.
Mensch, Arteinheit 38.
— Bauplan 149.
— Daseinsspuren 39.
Menschengeschlecht, Alter 39.
Mensch, Rassen 38, 39.
— Stellung im System 37.
— Urform 37.
— Ursprung 37.
— Verwandtschaft 37.
— Zahl der 38.
Mentum 169.
Merkelsche Tastzellen 204.
Mesenchym 84.
Mesoblast 155.
— laterale Lamelle 157.
— mediale Lamelle 157.
Mesoderm 73.
Messungen, lineare, d. Körpers 173.
Metacarpus 171.
Metameren 159, 180.
Metaphase 62.
Metatarsus 172.
Methämoglobin 114.
Metschnikoff, Phagocyten 110.
Meves, Chondriokonten 46.
— Plastochondrien 46.
— Plastokonten 46.
— Plastosomen 46.
— Zentralkörperchen, Zentriol 52.
Meyer, H. 26.
Meynert 30.
Michelangelo 153.
Microcyten d. Blutes 106.
Mikrosomen 46.
Milch, Bestandteile 226.
Milchbrustgang, Pecquet 113.
Milchdrüse 222.
— Embryologisches, vgl. Anat. 228.
— heterotope 228.
— Involution 227.
— Gefäße, Nerven 227, 228.
Milch-epithel 224.
— -gänge 222, 223.
— -hügel 228.
— -kügelchen 226.
Milch-kügelchen, Zahl 227.
— -leiste 228.
— -linie 228.
— -poren 222.
— -punkte 228.
— -säckchen 222.
— -streifen 228.
Milne-Edwards 25.
Minot 27.
Mitesser 221, 222.
Mitochondrien 46.
Mitose 59.
— Dauer 64.
— pluripolare 66.
Mittelfinger 171.
Mittelfuß 172.
Mittelhand 171.
Mittelhaupt 168.
Mittelscheibe Hensensche 122.
Modulus 152.
Möndchen d. Nagels 230.
Mohl 31.
Moldenhawer 31.
Molke 226.
Mollier, Haemoblast 119.
— Haemogonie 119.
Monaster 62.
Mongolenflecke 189.
Monro 21.
Mons pubis 166.
Montgomerysche Drüsen 224.
Morgagni 12, 21.
Morphologie 4.
Mucin 92.
Müller, Joh. 20, 25.
— Chondrin 92.
Müller, Hämoconien 113.
Mund 167.
Mundhöhle 169.
Mundinus 15.
Mundöffnung 169.
Mundpol 150.
Musculi arrectores pilorum 240, 244.
Muskelelement, Zusammensetzung 122.
Muskelfasern gestreifte, anisotrope Substanz 121.
— — Bau 121.
— — Cohnheimsche Felder 122.
— — Dicke 120.
— — Gliederung 122.
— — Histogenese 124.
— — interstitielle Körnchen 122.
— — Kerne 122.
Muskelfasern gestreifte, Länge 120.
— — im polarisierten Licht 123.
— — Mittelscheibe, Hensensche 122.
— — Nebenscheibe, Engelmannsche 122.
— — Querlinie, Krausesche 122.
— — Reaktion 124.
— — Regeneration 125.
— — Schichtung 122.
— — Substanz, isotrope 121.
— — Vermehrung 125.
— — Vorkommen 120, 124.
— — verzweigte 120.
— glatte 126.
— — Länge 125.
— — im polarisierten Licht 127.
— — Ursprung 127.
— — Vermehrung 127.
— — Vorkommen 120.
— — Zellbrücken 127.
— — Zusammenhang 127.
— — pigmentierte 103.
Muskelfibrillen 121.
Muskelgewebe, Arten 120.
— Definition 120.
— Vorkommen 120.
Muskeln, gestr., chemisch 123.
— rote 122.
— weiße 122.
Mutterschleifen 62.
Mutterstern 62.
Myelin 140.
Myelinscheide 140.
Myocoel 158.

N.

Nabel 166.
Nabelstrang 166.
Naboth 21.
Nacken 166.
Nackengrube 166.
Nagel 230.
— Bau, feinerer 233.
— -bett 230.
— Gefäße, Nerven 234.
— Entwicklung, vgl. Anat. 234.
— -falz 230.
— -grund 234.
— -körper 230.
— -kuppe 230.
— -saum 230.
— -wall 230.
— -wurzel 230.

Digitized by Google

Nares 169.
Nase 167, 169.
— äußere 169.
Nasen-flügel 169.
— -lippenfurche 169.
— -löcher 169.
— -rücken 169.
— -spitze 169.
Nasus 167, 169.
Nates 172.
Natternhemd 190.
Nebenkern 47.
Nebenscheibe d. Muskelfaser 122.
Nervenendigungen d. Lederhaut 205.
— d. Oberhaut 203.
— d. Unterhautgewebes 209.
Nervenfasern, doppelt kontourierte 140.
— gelatinöse 142.
— graue 142.
— Kaliber 142.
— markhaltige 138, 142.
— marklose 138, 142.
— Remaksche 142.
— Teilungen 142.
Nervenfortsatz d. Nervenzelle 130.
Nervengewebe 129.
— Degeneration 145.
— Regeneration 145.
Nerven d. Haare 247.
— d. Haut 202.
Nervenmark 140.
Nervenpapillen d. Haut 192, 207.
Nervenschollen Rolletsche 210.
Nervenzelle 130.
— apolare 131.
— Apparato reticolare int. 133.
— Bau, feinerer 133.
— Binnennetz 135.
— bipolare 131.
— Dendriten 130, 137.
— Form 130.
— Größe 131.
— Kanälchen 135.
— Kern 132.
— Körper 130, 132.
— multipolare 132.
— Neurit 130, 137.
— Neurofibrillen 133.
— pigmentierte 103.
— Pigmentierung 132.
— Protoplasmafortsätze 130, 137.
— Saftkanälchen 136.
— Substanz, chromophile 133.
Nervenzelle, Trophospongium 137.
— unipolare 131.
— Zentralkörperchen 137.
— Zusammensetzung, chemische 147.
Netz der Neurofibrillen 134.
Netzknoten im Zellkern 50.
Neumann, Zahnfaserscheide 98.
Neuralrohr 156.
Neurilemma 140.
Neurit 130, 137.
— Ursprungskegel 132, 137.
Neurofibrillen der Ganglienzelle 133.
Neuroglia 143.
Neurogliazellen 129.
Neurokeratin 140.
Neuron, Definition 130.
Neurula 155.
Nikoloas 11.
Nisslsche Körperchen 133.
Noduli terminales d. Oberhaut 203.
Nucha 166.
Nuck 21.
Nuclein 50.
Nucleïnsäure 50.
Nucleoli 50.
Nucleus 48.

O.

Oberarm 170.
Oberfläche d. Haut 184.
Oberflächenbeschaffenheit d. Haut 185.
Oberhäutchen d. Haares 239.
— d. inneren Wurzelscheide 240.
Oberhaut 186.
— Nervenendigungen 203.
Oberlippe 169.
Oberschenkel 172.
Oberschlüsselbeingrube 166.
Occiput 169.
Oculus 167.
Odontoblasten 98.
Ohr 167.
Ohrmuschel 169.
Ohrschmalzdrüsen 220.
Oken 31.
Ontogenesis 27.
Ontogenie 2.
Organbildung 71.
Organ, Definition 71, 179.
Organe, rudimentäre 180.
— transitorische 179.
Organisata, Reich der 36.
Organsysteme, Einteilung 181.
Ortsveränderungen von Zellen 55.
Os 167.
Osseïn 97.
Owen 20, 25.

P.

Pacinische Körperchen 209.
Paläontologie, Begründung 25.
Palma 171.
Palpebra, sup. et inf. 169.
Pander 27.
Panniculus adiposus 196.
Papilla (ae) corii 192.
— mammae 165, 222.
— pili 236.
Papillenstöcke d. Lederhaut 192.
Parahaemoglobin 114.
Paranucleïn 51.
Paraplasma 44.
Patella 172.
Pecquet 19, 113.
Pellicula 48.
Pelvis 165.
Perichondrium 94.
Perineum 166.
Perionychium 235.
Perspiratio insensibilis 220.
Pes 172.
Petit, F. P. 21.
Peyer 21.
Pflanze, Definition 36.
Pflüger, Cyanmolekül 59.
Phagocyten 110.
Philippeaux, autogene Regeneration 146.
Philtrum 169.
Phylogenesis, Entstehung 27.
Phylogenie 4.
Physiologie 3.
Phytoplasma 57.
Phytotomie 4.
Pigment in Epithelzellen 103.
— — Muskelzellen 103.
— — Nervenzellen 103.
— -erzeuger 188.
— Herkunft 189.
Pigmentierung künstliche, natürliche d. Haut 189.
Pigmentsammler 188.
Pigmentzellen, Zentralkörper 104.
Pili 236.
Pio-Epithelzellen 83.
Placenta sanguinis 106.

Digitized by Google

Planta 172.
Plasma lactis 226.
— sanguinis 105.
Plasmazellen 88.
Plasmosomen 46.
Plastin 51.
Plastrochondrien 46.
Plastokonten 46.
Plastosomen 46.
Plater 19.
Plattenepithel, einfaches, Vorkommen 80.
— geschichtetes, Vorkommen 80.
— -zellen 74.
Plexus venosus mamillae 228.
Plica axillaris ant., post. 166.
Pol, animaler d. Blastula 154.
— vegetativer d. Blastula 154.
Polfeld d. Kerns 50.
Pollex 171.
Polseite d. Kerns 59.
Polstrahlung 61.
Poples 172.
Porensaum 81.
Porus (i) lactiferi 222.
— sudoriferus 193, 216.
Portal 23.
Poupart 21.
Prädentin 99.
Präformation 27.
Praxagoras 11.
Preyer, Kontinuitätslehre 59.
Primitivorgane d. Körpers 154.
— d. Fettläppchen 101.
Prominentia laryngea 166.
Prophase 59.
Proportionen d. Körpers 151.
Prostoma 154.
Protoplasma 44.
— -bewegung 54.
— Chemismus 57.
— -fortsätze der Nervenzellen 130, 137.
— Granulatheorie 45.
— Kontraktilität 54.
— Sensibilität 54.
— -strömung 55.
— Struktur 44.
— Wabenstruktur 44.
Pseudopodien 55.
Pubes 236.
Purkinje 18, 27.
Pyrenin 50.
Pythagoras 9.

Q.

Quatrefages, De 25.
Querebene 177.
Querlinie Krausesche der Muskelfaser 122.

R.

Radix pili 236.
— unguis 230.
Radkern d. Plasmazellen 88.
Rahm 226.
Ranvier, Clasmatocyten 87.
— Flügelzellen 90.
— lateinisches Kreuz 141.
— Schnürring 141.
Rassen d. Menschen 38, 39.
Rau 21.
Rauber 33, 35.
— Einteilung der Gewebe 72.
— Segmentalattraktion, Segmentalrepulsion 54.
Recklinghausen v., Wanderzellen im Bindegewebe 87.
Regeneration, autogene, d. Nervenfaser 146.
— des Blutes 118.
— des Knorpels 95.
— d. Muskelfasern 125.
— d. Nervengewebes 145.
— der Zelle 68.
Regio inguinalis 166.
— sacralis 166.
— subinguinalis 166.
Regiones corporis humani Figg. 234—238.
Reichert 24.
— Bindesubstanzen 83.
Reil 23.
Remak 26.
— -sche Nervenfasern 142.
Reparation der Zelle 68.
Restaurationsperiode in der Anatomie 15.
Retikulin 103.
Retikulumfasern des lymphoiden Gewebes 102.
Retinacula cutis 195.
— mammae 222.
Retzius, A. 20.
Retzius, G. 34.
Rhabdia d. gestr. Muskelfasern 122.
Rhazes 15.
Richter, Kosmozoenlehre 59.
Richtungen d. Körpers 177.
Ridley 21.
Riesenbärte 249.
Riesenkernbildung 66.
Riesenzellen d. Knochenmarkes 117.
Rima oris 169.
— palpebrarum 169.
Rindensubstanz d. Haares 239.
Ringfinger 171.
Riolan 19.
Rivinus 21.
Robin 28.
Rolfink 19.
Rollet, Nervenschollen 210.
— Stroma der Erythrocyten 107.
Rosenmüller 25.
Rotation d. Protoplasma 55.
Rudbeck 19.
Rudolphi 31.
Rücken 166.
— -furche 166.
Rückensaite = Chorda dors. 155.
Rückschläge 181.
Ruffinische Körperchen 214.
Rumpf 165.
— großer, kleiner 173.
Ruysch 10, 21.

S.

Saftbahnen d. Knorpels 94.
Saftkanälchen der Ganglienzellen 136.
Saftlabyrinth, interepitheliales 188.
Sagittalebene 177.
Samenfäden 164.
Santorini 21.
Sappey 24.
Sarcous elements 123.
Sarkoglia 121.
Sarkolemm 120.
Sarkoplasma der gestr. Muskelfaser 121.
— d. glatten Muskelfaser 126.
Scapus pili 236.
Scarpa 23.
Schadow, Körpermaße 152.
Schaffer, chordoides Stützgewebe 83.
Schamberg 166.
Schamhaare 236.
Schaufelradzellen 90.
Scheinfüßchen 55.
Scheitel 168.
— -höcker 168.
Schläfen 168.
— -wulst 168.

Digitized by Google

Schleicher, Karyokinese 59.
Schleiden 22, 31.
Schleimbeutel im Unterhautgewebe 196.
Schleimschicht d. Epidermis 186.
Schleimzellen 77.
Schlußleistennetz 78.
Schmidt-Lantermansche Einkerbungen 141.
Schmidt, Proportionslehre 152.
Schneider, C. V. 19.
Schnürring 141.
Schrön, Interzellularbrücken 78.
Schulen, arabische 15.
— ärztliche, griechische 9.
— — italienische 15.
Schulter 170.
— -ecke 170.
— -gürtel 165.
— -höhe 170.
Schultze, Max 30.
— Neurofibrillen 133.
Schwann 24, 31.
— Cytoblastema 58.
— -sche Scheide 139, 140.
Schweiß 220.
— -drüsen 216.
— — ungewöhnliche Formen 219.
— — Gefäße 219.
— — Nerven 220.
— Zahl 216.
— -porus 216.
Schwerpunkt, Lage 176.
Scrobiculus cordis 165.
Sebum cutaneum 221.
Segmentalattraktion u. -repulsion 54.
Segmente, interanuläre der Nervenfaser 141.
— zylindro-konische 141.
Sehnenspindeln 210.
Sekretionslehre über Entsteh. d. Grundsubstanz 84.
Sekretkapillaren 47.
Sekretvakuolen 47.
Serumalbuminkristalle 114.
Serum lactis 226.
— sanguinis 106.
Serveto 17, 19.
Sexualität, Vorteile der 164.
Sharpey-Ebnersches Lamellenphänomen 97.
Sharpeysche Fasern 97.
Siebold 25.
Simiadentypus d. Tastrosetten 195.
Sinciput 168.
Sinneszellen d. Haut b. Regenwurm 205.
Sinus-haare 247.
— lactiferi 223.
— mammarum 163, 186, 222.
— obliquus d. Tastrosetten 195.
Skelet, Lage im Bauplan 159.
Soemmering 14, 23.
Sohlenhorn 230, 234.
Somatopleura 158.
Somit 158.
Spaltrichtungen d. Haut 191.
Spannung d. Haut 192.
Speichelkörperchen 110.
Spermatozoon 164.
Spermium 164.
Sperm-Oon 164.
Sphäre 52.
Spigelius 19.
Spinnenzellen 143.
Spirem 60.
Splanchnocoel 158.
Splanchnopleura 158.
Sprengel 31.
Spürhaare 247.
Stachelzellen 187.
Stäbchen-saum 81.
— -struktur 82.
Stammesgeschichte 4.
— Entstehung 27.
Stamm d. Körpers 165.
Stammlänge 173.
Standhöhe 173.
Standlänge 173.
Steatopygie 196.
Stechapfelform d. Erythrocyten 107.
Stemmfasern 61.
Stenson 21.
Stereocilien 81.
Stilling 24.
Stirn 168.
Stirnhöcker 168.
Stöhr 34.
— Haarstellung u. Schuppenkleid 252.
Stratum corneum 186, 190.
— — unguis 233.
— germinativum 187.
— — unguis 233.
— granulosum d. Epidermis 190.
— lucidum d. Epidermis 190.
Striae gravidarum 184.
Striae d. Tastrosetten 195.
Stroma der Erythrocyten 107.
Studien, psychische an Protisten 54.
Stützgewebe, chordoides 83.
Substantia corticalis pili 239.
— eburnea 98.
— medullaris pili 239.
Substanz, chromophile d. Nervenzelle 133.
— interfibrillare, perifibrillare d. Nervenzelle 137.
Sudor 220.
Sulcus (i) bicipitalis lat. u. medial. 170.
— cutis 186, 193.
— glutaeus 172.
— infrapalpebralis 169.
— intercristales 193.
— interpapillares 193.
— matricis unguis 230.
— mentolabialis 169.
— nasolabialis 169.
Sulze, Whartonsche 105.
Supercilia 236.
Supercilium 168.
Sura 172.
Swammerdamm 21.
Sylvius, J. 17.
— Deleboe 19.
Syncytienbildung 66.
Synkaryose 66.
Systeme 179.

T.

Tätigkeit d. Haut 183.
Tätowierung 189.
Talgdrüsen 220.
— freie 221.
— Gefäße 221.
— Größe 221.
— d. Lippen 221.
— Nerven 221.
Talgzellen 221.
Tarsus 172.
Tastballen 185, 193.
— karpale 195.
— metacarpale, terminale 193.
Tastkörperchen, Meißnersche 206.
— — Fadenapparat 213.
— -papillen d. Haut 207.
— -rosetten, Formen 195.
— -scheibe 204, 209.
Tastzellen, Merkelsche 204.
Teichmannsche Kristalle 113.

Digitized by Google

Teilung, Antrieb zur 64.
— direkte 65.
— einfache 65.
Teilungs-axe der Zelle 64.
— organe der Zelle 53.
Teilung der Zentriolen 59.
Tela subcutanea 195.
Telodendron 130.
Telophase 63.
Tempora 168.
Tenon 23.
Termini ad extremitates spectantes 178.
— generales 178.
Terminologie, anatomische 177.
Thebesius 21.
Thenar 171.
Theromorphien 181.
Thorax 165.
Thrombocyten 111.
— Bildung der 112, 117.
— Untersuchung 111, 112.
— Zahl 116.
Tiedemann 25.
Tier, Definition 36.
Titano-Epithelzellen 83.
Tochterschleifen 62.
Tochtersterne 62.
Topinard, Farbstufen d. Haare 243.
— — d. Haut 185.
Toruli tactiles 185, 193.
Totenstarre 124.
Tragi 236.
Transmutation 29, 38.
Transversalebene 177.
Treviranus 31.
Trichter, Golgischer 142.
Trophospongium 42, 137.
Truncus 165.
Tubera frontalia 168.
— parietalia 168.
Tunica dartos 196.
— propria d. Haut 191.
Tyson 21.

U.

Überbehaarung 249.
Übergangsepithel, geschichtetes, Vorkommen 81.
Übergangsepithelzellen 77.
Übergangsmilch 225.
Überpigmentierung 189.
Umbilicus 166.
Ungues 230.
Unterarm 171.
Unterhautgewebe 195.
— Nervenendigungen 209.
Unterlippe 169.
Unternasenrinne 169.
Unterohrgrube 169.
Unterschenkel 172.
Unterschlüsselbeingrube 165.
Urdarmhöhle 154.
Urlymphräume 118.
Urmund 154.
Urorgane 154.
Ursegmente 157.
Ursprungskegel d. Neuriten 132, 137.
Urwirbel 158.
Urzeugung 59.

V.

Vallum unguis 230.
Valsalva 21.
Variation, individuelle 181.
Varicositäten d. Dendriten 137.
Varolius 19.
Vater 21.
Vater-Pacinische Körperchen 209.
— — — Abarten 214.
— — — Arterien 213.
— — — Entwicklung 213.
— — — Fadenapparat 213.
— — — d. Periostes 210.
Venae subpapillares 201.
Verbindungsbrücken d. Epithelzellen 78.
Verbindungsfäden bei Zellteilung 62, 64.
Vererbung 29.
Verhornung 68, 83.
Verkalkung von Epithelzellen 83.
Verney 21.
Vertex 168.
Vesalius 8, 17.
Vesling 19.
Vibrissae 236.
Vicq d'Azyr 23.
Vidius, Vidus 17.
Vieussens 10, 21.
Virchow, R. 32.
— Gliazellen 129.
— Hämatoidin 114.
— Knochenzellen 96.
— Statistik d. Haarfarbe 243.
— Zelle als Lebenseinheit 42, 53.
Visceralknochen 160.
Vitruvius, Körpermaße 151.
Vola manus 171.
Vollwurzel d. Haares 251.
Vorderarm 171.
Vorderhals 166.
Vorderhaupt 168.
Vorhof d. Nasenhöhle 169.
Vortex duplicatus d. Tastrosetten 195.
— pilorum 244.
Vulpian, autogene Regeneration d. Nervenfaser 146.

W.

Wade 172.
Wagner, Rud. 27.
Waldeyer 34.
— Chromosomen 60.
— Einteilung d. Bindesubstanzen 84.
— Keratohyalin 83.
— Neuron 129.
— Odontoblasten 98.
— Plasmazellen 87.
Wallersches Gesetz 145.
Wanderzellen 87, 110.
— Zentralkörperchen 111.
Wange 169.
Warzenhof 165, 222.
Warzenwulst 169.
Weber, E. H. 18, 25.
Wechselorgane 179.
Weichschwänze 186.
Weidenreich, Glockenform d. Erythrocyten 108.
Welcker 28.
Werklehre 3.
Wesele 17.
Wharton 19.
Whartonsche Sulze 105.
Wijhe, van, Hypocoelom 158.
Willis 19.
Wimperapparat, Anlage 77.
Wimperhaare 236.
Wimperschlag 77.
Wimperwurzelkegel 77.
Wimperzellen 76.
Winslow 21.
Winther von Andernach 15.
Wirsung 19.
Wittings 17.
Wolff, Caspar Fr. 25.
Wollhaare 236.
Wollhaarkleid 250.
Wrisberg 23.
Wurzelscheide, äußere, innere d. Haares 240.

Digitized by Google

Z.
Zahnbeingewebe 98.
— Entstehung 99.
Zahnfaser 98.
— -scheide 98.
Zahn-kanälchen 98.
— -knorpel 98.
Zehen 172.
Zehe, große 172.
Zeigefinger 171.
Zeising, Körperproportionen 151.
Zelle 36, 42.
— Bedeutung 42.
— Begriff anno 1830 31.
— Bestandteile, wesentliche 42.
— — chemische 69, 70.
— Bildung von Zellen 58.
— Chemie der Zellen 69.
— Chemismus 57.
— Differensierung 71.
— Funktionen, motorische 54.
— — nervöse 54.
— Größe 43.
— Grundform 43.
— Lebensdauer 67.
— Lebenseigenschaften 53.
— Regeneration 68.
— Stoffwechsel 56.
— Teile, accessorische 42.
— — wesentliche 42.
— Teilung, direkte, amitotische 65.
Zelle, Teilung, indirekte, mitotische 59.
— — Zweck 66.
— Teilungsorgane 53.
— Vermehrung 58.
— Wachstum 58.
— Zellkern 48.
— Zentralkörperchen 42.
Zelleib, chemisch, physikalisch 43.
— Teilung 64.
Zellen, Differenzierung 71.
— endotheloide 89.
— granulierte d. Bindegew. 87.
— Zahl, des Erwachsenen 148.
Zellfunktionen 54.
Zellkern, chemisch 50.
— Definition 48.
— Gestalt 48.
— Größe 48.
— Lage 48.
— Zahl 48.
Zellknorpel 96.
Zellmembran 42, 48.
Zellplatte 64.
Zentralkörper 52.
— in Bindegewebszellen 53, 86.
— in Epithelzellen 53.
— Fettzellen 101.
— Formen, verschiedene 53.
— in Leukocyten 53, 111.
Zentralkörper in Nervenzellen 137.
— in Pigmentzellen 104.
— Zahl 53.
Zentral-korn 52.
— -spindel 61.
— -spindel, Bildung 61.
Zentralstab 53.
Zentriol 52.
Zentriolen, Form 53.
Zentriolenteilung 59.
Zentriolen, Zahl 53.
Zentrosphäre 52.
Zerbis, Gabriel de 17.
Ziegler, H. E. 27.
Zimmermann, Zentralstab 53.
Zinn 23.
Zirkulation d. Prot plasma 55.
Zitzen primitive 228.
Zooplasma 57.
Zootomie 4.
Zugfasern 61.
Zunge 169.
Zuwachsstreifen d. Herzmuskulatur 128.
Zwillingshaare 249.
Zwinger 15.
Zwischenkörperchen 64.
Zylinderepithel, einfaches, Vorkommen 80.
— geschichtetes, Vorkommen 80.
— -zellen 76.

Buchdruckerei Richard Hahn (H Otto) in Leipzig.

Digitized by Google

Akut bedrohliche Erkrankungen, **Behandlung.** Ein Lehrbuch für die Praxis. Herausgegeben von Geh. San.-Rat Prof. Dr. **J. Schwalbe.** 2., neubearb. u. verm. Auflage. 141 Abbild. 1922. (IX, 804 S.) Gr.-8°. Gz. 9.—*, geb. 12.50*.

Ärztliche Praxis im Auslande. 3., vermehrte und verbesserte Auflage der „Bestimmungen über die Zulassung zur ärztlichen Praxis im Auslande". Geh. San.-Rat Prof. Dr. **J. Schwalbe.** 1922. (VIII, 267 S.) 8°. Gz. 2.30*.

Augenheilkunde, **Grundriß.** Für Studierende und Ärzte. Professor Dr. **A. Brückner** und Professor Dr. **W. Meisner.** 1 farb. Tafel und 126 teils farb. Abbildung. 1920. (XX, 649 S.) Gr.-8°. Gz. 4.—*, geb. 5.—*.

Chemie, **Grundriß.** Professor Dr. **Carl Oppenheimer. Anorganische Chemie.** 11. Aufl. 1920. (VII, 298 S.) 8°. Gz. 1.35*, kart. 2.10*, geb. 2.60*. **Organische Chemie.** 12. Auflage. 1920. (VIII, 186 S.) 8°. Gz. 1.25*, kart. 1.90*, geb. 2.35*.

Entwicklungsgeschichte, **Lehrbuch.** Prof. Dr. **H. Triepel.** Mit 173 Abbildungen. 2. Auflage. 1922. (VI, 211 S.) Gr.-8°. Gz. 1.90*, geb. 3.50*.

Entwicklungsgeschichte des Menschen, **Kompendium.** Mit Berücksichtigung der Wirbeltiere. Professor Dr. **L. Michaelis.** 54 Abbildungen und 2 Tafeln. Neunte Auflage. 1921. (166 S.) 8°. Gz. geb. 2.20*.

Geburtshilflicher Operationskurs, **Leitfaden.** Geh. Rat Prof. Dr. **A. Döderlein.** 173 zum Teil farbige Abbildungen. 14. u. 15. Auflage. 1922. (VIII. 275 S.) 8°. Gz. 2.80*, geb. 3,10*.

Geburtshilflich-gynäkologische Untersuchung, **Leitfaden.** Professor Dr. **Karl Baisch.** 97 teils farbige Abbildungen. 1920. (VIII, 256 S.) 8°. Gz. geb. 2.60*.

Geschlechtskrankheiten, **ihr Wesen, ihre Erkennung und Behandlung.** Ein Grundriß für Studierende und Ärzte. Professor Dr. **Karl Zieler.** Zweite verm. Auflage. 17 Abbildungen. 1922. (VIII, 184 S.) 8°. Gz. geb. 2.70*.

Geschlechtskrankheiten, **Lehrbuch.** Für Ärzte und Studierende. Professor Dr. **M. Joseph.** Achte Auflage. 54 Abbildungen und 1 Tafel, nebst einem Anhang von 89 Rezepten. 1921. (VIII, 217 S.) Gr.-8°. Gz. 3.—*, geb. 5.—*.

Das Geschlechtsleben des Menschen. **Grundriß für Studierende und Ärzte.** Dr. med. **S. Placzek.** 1922. (XII, 205 S.) 8° Gz. 1.20*, kart. 1.50*.

Hämatologie, **Klinische. Taschenbuch.** Dr. **A. von Domarus.** 3., verbesserte Auflage. 8 Textabbildungen, 1 farbige Doppeltafel und ein Anhang: **Röntgenbehandlung bei Erkrankungen des Blutes und der blutbereitenden Organe** von Professor Dr. **H. Rieder.** 1922. (XII, 176 S.) 8°. Gz. 1.75*, kart. 2.—*.

Hautkrankheiten, **Lehrbuch.** Für Ärzte und Studierende. Professor Dr. **M. Joseph.** Neunte Auflage. 63 Abbildungen einschl. 2 Tafeln, nebst einem Anhang von 233 Rezepten. 1922. (X, 258 S.) Gr.-8°. Gz. 3.30*, geb. 5.40*.

Herzkrankheiten, Ein kurzes Lehrbuch für Studierende und Ärzte. Dr. **P. Schrumpf.** 40 Abbildungen. 1922. (VIII, 200 S.) 8°. Gz. 2.30*.

Immunodiagnostik, Immuno- und Chemotherapie, Methoden und ihre praktische Verwertung. Professor Dr. **Julius Citron.** 4., erweit. u. verbess. Auflage. 35 Textabbildungen, 2 farbigen Tafeln und 16 Kurven. 1922. (XI, 353 S.) Gr.-8°. Gz. 7.50*, geb. 10.50*.

Kinderheilkunde, **Kompendium.** San.-Rat Dr. **Berwald.** 1911. (VIII, 322 S.) 8°. Gz. geb. 4.50*.

Konstitutionslehre, **biologische.** Grundlagen. Privatdozent Dr. **H. Günther.** 22 Abbildungen. 1922. (VIII, 136 S.) 8°. Gz. 1.80*, kart. 2.10*.

Der Mensch als Kraftmaschine. Professor Dr. **Carl Oppenheimer.** 1921. (VI, 108 S.) 8°. Gz. 1.70*.

Leberkrankheiten. Für Studierende und Ärzte. Professor Dr. **C. A. Ewald †.** 37 Textabbildungen und 7 Tafeln in Vierfarbendruck. 1913. (IX, 275 S.) Gr.-8°. Gz. 6.50*, geb. 8.50*.

Lichtbehandlung, **Kompendium.** Dr. **H. E. Schmidt †.** Dritte Auflage, bearbeitet von Ober-Reg.-Med.-Rat Dr. **O. Strauß.** 49 Abbildungen. 1921. (114 S.) Gr.-8°. Gz. 2.—*.

Lungenkrankheiten, **Lehrbuch.** Professor Dr. **A. Bacmeister.** 103 Textabbild. und 3 farbige Tafeln. Zweite, neubearbeitete Aufl. 1921. (X, 339 S.) Gr.-8°. Gz. 7.50*, geb. 10.—*.

***) Der Verkaufspreis ergibt sich durch Multiplikation der obigen Grundzahlen mit der jeweils geltenden Schlüsselzahl; diese Entwertungsziffer ist in jeder Buchhandlung oder beim Verlag zu erfragen.**

Digitized by Google

Medizinalstatistik, Einführung. Professor Dr. **Karl Kißkalt.** 4 Abbildungen. 1919. (VII, 142 S.) Gr.-8°. Gz. 2.—*, geb. 3.—*.

Mikromethodik. Quantitative Bestimmung der Harn- und Blutbestandteile in kleinen Mengen für klinische und experimentelle Zwecke. Dr. med. et phil. **Ludwig Pincussen.** 19 Abbildungen. 1921. (116 S.) Kl.-8°. Gz. geb. 1.40*.

Organotherapie, Lehrbuch, mit Berücksichtigung ihrer anatomischen und physiologischen Grundlagen. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen herausgegeben von Professor Dr. **J. Wagner v. Jauregg** und Privatdozent Dr. **Gustav Bayer.** 82 Textabbildungen. 1914. (XI, 516 S.) Gr.-8°. Gz. 6.—*, geb. 8.—*.

Pathologische Anatomie. Leitfaden. Für Zahnheilkunde-Studierende und Zahnärzte. Professor Dr. **R. Oestreich.** Zweite verbesserte Auflage. 36 Abbild. 1920. (VII, 143 S.) 8°. Gz. 3.—*.

Pathologische Physiologie. Ein Lehrbuch für Studierende und Ärzte. Abt. 1: Die Funktionsstörungen des Herzens, der Gefäße und des Blutes. Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **H. E. Hering.** 1921. (VIII, 120 S.) Gr.-8°, Gz. 1.90*.

Pharmakologie, Theoretische und klinische. Ein Lehrbuch für Studierende und Ärzte. Professor Dr. **Franz Müller.** 1921. (152 S.) Gr.-8°. Gz. 1.50*, geb. 3.—*.

Physik, Grundriß. Für Studierende, besonders für Mediziner und Pharmazeuten. Oberstabsarzt Dr. **Walter Guttmann.** 17.—20. Auflage. 185 Abbildungen. 1919 (219 S.) Gr.-8°. Gz. geb. 3.50*.

Physikalische Chemie, Grundriß. Privatdozent **M. Roloff.** 13 Abbildungen. 1907. (VIII, 234 S.) Gr.-8°. Gz. 2.50*.

Physiologie, Grundriß. Erster Teil: **Biochemie.** Professor Dr. **Carl Oppenheimer.** Vierte, völlig neubearb. und vermehrte Auflage. 7 Abbildungen. 1922. (VIII, 349 S.) Gr.-8°. Gz. 4.—*, geb. 6.50*. Zweiter Teil: **Biophysik.** Professor Dr. **O. Weiß.** 180 Abbildungen und 1 farbigen Tafel. Zweite Auflage. 1922. (XII, 307 S.) Gr.-8°. Gz. 4.—, geb. 6.50*.

Physikalisches Praktikum des Nichtphysikers. Theorie und Praxis der vorkommenden Aufgaben für alle, denen Physik Hilfswissenschaft ist. Dr. **F. Grünbaum** † und Ingenieur **R. Lindt.** 133 Abbild. Dritte, erweit. u. verbess. Auflage, besorgt von Baurat Dr. R. Lindt und Priv.-Doz. Dr. W. Möbius. 1921. (XVI, 414 S.) 8°. Gz. 2.50*, geb. 4.—*.

Psychologie, Medizinische. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Priv.-Dozent Dr. **Ernst Kretschmer.** 2., verbess. Auflage. 22 Abbildungen. 1922. (VI, 306 S.) 8°. Gz. 3.50*, geb. 5.50*.

Rezepttaschenbuch v. Ziemßens für Klinik und Praxis. Von Professor Dr. **H. Rieder** und Dr. **M. Zeller.** Dreizehnte, neubearbeitete Auflage. 1922. (VIII, 339 S.) 8°. Gz. kart. 4.50*.

Rezepttaschenbuch sparsamer Arzneiverordnungen für Privat- und Krankenkassenpraxis. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage. Professor Dr. **Franz Müller** und Oberapotheker **Alfons Koffka.** 1922. (56 S.) 8°. Gz. 0.45*, geb. 0.65*. Mit Schreibpapier durchschossen Gz. 0,60*, geb. 0.90*.

Röntgendiagnostik innerer Krankheiten. Grundriß. Für Ärzte und Studierende. Professor Dr. **Fritz Munk.** 2. Auflage. 193 Abbildungen. 1921. (VIII, 297 S.) Gr.-8°. Gz. 5.—*, geb. 7.—*.

Therapeutische Technik für die ärztliche Praxis. Ein Handbuch für Ärzte und Studierende. Herausgegeben von Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Julius Schwalbe.** Mit etwa 1133 Seiten Text und 666 Abbildungen. **Sechste,** verbesserte und vermehrte Auflage. Erscheint Anfang 1923.

Terminologie, Roth's Klinische. Zusammenstellung der in der Medizin gebräuchlichen technischen Ausdrücke mit Erklärung ihrer Bedeutung und Ableitung. Dr. E. Oberndörffer †. Neunte, neubearb. Aufl. Dr. **Franz Dörbeck.** 1919. (VIII, 528 S.) Gr.-8°. Gz. geb. 11.—*.

Zoologie. Kurzes Lehrbuch für Studierende der Medizin und Ärzte. Professor Dr. **A. Kühn.** 1922. (VIII, 212 S.) Gr.-8°. Gz. 4.15*, geb. 6.75*.

*) Der Verkaufspreis ergibt sich durch Multiplikation der obigen Grundzahlen mit der jeweils geltenden Schlüsselzahl; diese Entwertungsziffer ist in jeder Buchhandlung oder beim Verlag zu erfragen.

Digitized by Google

Date Due

Digitized by Google

09.1.31.02.04

QM 293979
23 Rauber=kopsch
R23 lehrbuch und atlas
der anatomie

QM
23
R23
1922
V. I

293979

MEDICAL LIBRARY

Digitized by Google

The Ohio State University
3 2436 001768660
RAUBER-KOPSCH LEHRBUCH UND ATLAS DE
QM23R231922
001
V1

THE OHIO STATE UNIVERSITY BOOK DEPOSITORY
D AISLE SECT SHLF SIDE POS ITEM C
8 02 19 02 8 16 007 4

Digitized by Google